

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-335044

(43)Date of publication of application : 17.12.1996

---

(51)Int.Cl. G09F 9/00

G09F 9/00

G02B 5/02

---

(21)Application number : 07-140420 (71)Applicant : DAINIPPON PRINTING  
CO LTD

(22)Date of filing : 07.06.1995 (72)Inventor : ANDOU RIKA

NISHIO TOSHIKAZU

ISHIDA HISANORI

MASUBUCHI NOBORU

---

(54) LENS SHEET, SURFACE LIGHT SOURCE, AND DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an isotropic lens sheet with a properly wide diffusion angle in which a high luminance can be provided, the light diffusion pattern on the reverse surface of a light guide plate can be made invisible, and the attenuation of output light and generation of equal thickness interference fringe by the distance from a light source can be prevented.

CONSTITUTION: In a lens sheet having a base sheet 11, a light transmitting diffusing layer 12, and a lens arrangement layer 13, the base sheet 11 has a smooth reverse surface in which the average roughness  $\Delta z_1$  and average space  $S_1$  of irregularities are less than the maximum wavelength of a light source spectrum, the light transmitting diffusing layer 13 is differed in the index of refraction from the lens arrangement layer, and has fine irregular groups in

which the average roughness  $\Delta z^2$  and average space  $S^2$  of irregularities are not less than the maximum wavelength of the light source light spectrum on the surface.

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A substrate sheet with a light transmittance state.

A light transmission diffusion zone laminated by the surface of said substrate sheet.

A lens array layer laminated by the surface of said light transmission diffusion

zone.

Are the above the lens sheet which it had and said substrate sheet, The concavo-convex average of roughness height and an average interval have a smooth rear face which is less than a maximum wavelength of an illuminant light spectrum, and it said light transmission diffusion zone, Said lens array layer differs from a refractive index, the concavo-convex average of roughness height and an average interval have a fine-irregularities group of 200 micrometers or less on the surface, and more than a maximum wavelength of an illuminant light spectrum it said lens array layer, It consists of light transmittance state material, and has on the surface the concave or convex lens shape arranged by one dimension or two dimensions. [ much ]

[Claim 2]A lens sheet in which said substrate sheet is characterized by height's being more than wavelength of illuminant light, and making minute projections of 200 micrometers or less scattered at the rear face in the lens sheet according to claim 1.

[Claim 3]The surface light source comprising:

A transparent material which consists of a cave of a translucency plate or rectangular parallelepiped shape.

A punctiform or linear light source adjoined and provided in at least one or more

sides of a side edge of said transparent material.

Said lens sheet according to claim 1 or 2 laminated on the surface of said transparent material.

[Claim 4]The surface light source comprising:

One or more punctiform or linear light sources.

A light source stowage which surrounded said light source and used the 1st page as an opening.

Said lens sheet according to claim 1 or 2 which covers said opening.

[Claim 5]A display comprising:

A transmission type display device.

Said surface light source according to claim 3 or 4 provided in the back of said display device.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to displays using the surface light source of the lens sheet which has a lens array layer on the surface, the direct bottom part using the lens sheet, or an edge light type, and its surface light source, such as a liquid crystal display, a lighting advertisement, a traffic sign.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 13 is a mimetic diagram showing the conventional example of the surface light source. The lens sheet 101 is carrying out optical adhesion of the surface light source 100A on the light guide plate 102. The light source 103 is formed in the side of the light guide plate 102 (JP,4-107237,U, JP,5-127159,A, etc.).

Typically, this lens sheet 101 has a lens array layer of the linear array of the 2 equilateral triangle pole prisms of 90 degrees of vertical angles.

[0003] The surface light source 100B arranges the light diffusibility layer 104 of high Hayes between the lens sheet 101 and the light guide plate 102 (JP,6-18707,A, JP,6-301035,A, etc.). This light diffusibility layer 104 has the minute projection 104b at the rear face.

[0004] The spacer projection 101c the surface light source 100C does not almost have [ projection ] Hayes and light diffusibility in the rear face of the lens sheet 101C is formed.

The light diffusibility layer 104 of high Hayes is arranged to the lens sheet 101

observation-side (JP,6-102506,A).

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]The surface light source 100A mentioned above had the following problems.

\*\* Since it was only diffusion by the prism of the lens array layer of the lens sheet 101, the isotropy of the luminosity within the diffusion angle of a moderate size and a diffusion angle was not obtained.

\*\* Since the lens sheet 101 and the light guide plate 102 are carrying out optical adhesion, the propagation to all the light guide plate fields of the illuminant light by the optical total internal reflection in the light guide plate surface and a lens sheet interface is not performed. Therefore, although there are comparatively few light energy losses of the illuminant light 103, it concentrates near the light source and there is a problem of becoming uneven. Therefore, when it separated from the light source 103 above to some extent, luminosity declined rapidly, it crossed all over the light guide plate, and the high luminosity of uniform distribution was not obtained.

\*\* Since it can view to the rear face of the light guide plate 102, the light diffusing dot pattern of the rear face of the light guide plate 102 will be recognized visually.

\*\* Since the thin film air layer was made between the lens sheet 101 and the light

guide plate 102 (between [ when / And / a lens sheet is the composition of two or more sheets ] each sheet), the problem of the fringes of equal thickness occurring was in it.

[0006] Since the surface light source 100B is outputted from the light guide plate surface, and diffuses illuminant light isotropic by the light diffusibility layer 104, and it condenses by the lens array layer of the lens sheet 101 after penetrating, the angular distribution (orientation characteristic) of a moderate angle of visibility and the uniform luminosity in the angle of visibility is obtained (the aforementioned \*\* is solved). Since Boca of the image can be carried out and it can be scattered by Hayes (haze value) of the light diffusibility layer 104, -izing of the light diffusing dot pattern of the rear face of the light guide plate 104 can be carried out [ invisibility ] (the aforementioned \*\* is solved). Since total internal reflection of the light is carried out and \*\*\*\* distribution is carried out by the minute projection of the rear face (rear face of a light diffusibility layer) of the lens sheet 101 into the light guide plate 102 in the surface of the light guide plate 102, there is comparatively little attenuation of the outputted ray by the distance from the light source 103 (the aforementioned \*\* is solved). However, since illuminant light enters into the lens sheet 101 after diffusing it at a large angle by the light diffusibility layer 104, a part of diffused lights are not inputted into the lens sheet 101, but even if an optical input loss is large and is whole surface homogeneity,



the new technical problem that luminosity is insufficient produces them.

[0007]As for the surface light source 100C, since the light diffusibility layer 104 is formed, the technical problem of the aforementioned \*\* is solved. Since the spacer projection 101a is formed in the rear face of the lens sheet 101C, a thin film air layer is lost and generating of the fringes of equal thickness can be prevented (the aforementioned \*\* is solved). Since the optical adhesion on a lens sheet rear face and the surface of a light guide plate is lost, propagation of the light to the whole light guide plate is performed by the total internal reflection of the light on the surface of a light guide plate, and the aforementioned \*\* is solved. However, the light of the lens sheet 101 which carried out end condensing since it was most provided in the observation side is diffused again, the problem that an angle of visibility is too large occurs, and, as for the light diffusibility layer 104, the technical problem of the aforementioned \*\* is not solved.

[0008]The purpose of this invention solves all the above-mentioned technical problems, and is (1). The isotopy of the luminosity within the diffusion angle of a moderate size and a diffusion angle is obtained, (2) The higher luminosity to the lowness, i.e., the limited fixed illuminant light energy, of a light energy loss of illuminant light is obtained, (3) Make possible invisibility (in the case of edge light type) of the light diffusing dot pattern on the rear face of a light guide plate, (4)

Attenuation of the outputted ray by the distance from a light source prevents (in the case of edge light type), and it is (5). It is providing the lens sheet, the surface light source, and the display which can prevent the fringes of equal thickness between a light guide plate / lens sheet, or a lens sheet/lens sheet moreover.

[0009]

[Means for Solving the Problem]In order to solve said technical problem, an invention of claim 1, A substrate sheet with a light transmittance state, and a light transmission diffusion zone laminated by the surface of said substrate sheet, Are a lens array layer laminated by the surface of said light transmission diffusion zone the lens sheet which it had, and said substrate sheet, The concavo-convex average of roughness height and an average interval have a smooth rear face which is less than a maximum wavelength of an illuminant light spectrum, and it said light transmission diffusion zone, Said lens array layer differs from a refractive index, the concavo-convex average of roughness height and an average interval have a fine-irregularities group of 200 micrometers or less on the surface, and more than a maximum wavelength of an illuminant light spectrum it said lens array layer, It consists of light transmittance state material, and is characterized by having on the surface the concave or convex lens shape arranged by one dimension or two dimensions. [ much ]

[0010]An invention of claim 2 is characterized by height's being more than wavelength of illuminant light, and said substrate sheet making rear faces scattered [ a minute projection of 200 micrometers or less ] in the lens sheet according to claim 1.

[0011]Claim 3 this invention is characterized by an invention comprising the following.

A transparent material which consists of a cave of a translucency plate or rectangular parallelepiped shape.

A punctiform or linear light source adjoined and provided in at least one or more sides of a side edge of said transparent material.

Said lens sheet according to claim 1 or 2 laminated on the surface of said transparent material.

[0012]Claim 4 this invention is characterized by an invention comprising the following.

One or more punctiform or linear light sources.

A light source stowage which surrounded said light source and used the 1st page as an opening.

Said lens sheet according to claim 1 or 2 which covers said opening.

[0013]Claim 5 this invention is characterized by an invention comprising the following.

A transmission type display device.

Said surface light source according to claim 3 or 4 provided in the back of said display device.

[0014]

[Function]According to the invention of claim 1, the light from a light source is first entered from the rear face of a substrate sheet. Since the concavo-convex level difference is a smooth field below the maximum wavelength of illuminant light, the rear face of this substrate sheet can lessen the loss (input loss) by tangential direction diffusion of the light inputted into a lens sheet, and deviation. Subsequently, since the light which penetrated the substrate sheet is made to input in a light transmission diffusion zone and penetration diffusion is carried out uniformly, distribution in the diffusion angle of luminosity and a light exiting surface can be equalized. After carrying out penetration diffusion according to a light transmission diffusion zone, since it converges into a predetermined angle and light is made to output by a lens array layer, the diffusion angle of light can be again stored intensively in a suitable angle. Therefore, technical-problem \*\* which the Prior art mentioned above has, and \*\* are solvable. By disturbance

operation of the spatial coherence make possible invisibility (in the case of edge light type) of the light diffusing dot pattern on the rear face of a light guide plate by Hayes which a light transmission diffusion zone has, and according to a light transmission diffusion zone further. When using it, piling up the lens sheet of two or more sheets, invisibility of the fringes of equal thickness generated between lens sheets is also made possible. Therefore, the technical problem of the aforementioned \*\* is also solved.

[0015]In the invention of claim 2, it is in the state which left the smooth optical input side at least selectively, and the minute projection used as a spacer is provided in the rear face of the substrate sheet according to discrete distribution. Therefore, the interference of equal thickness by the minute opening between the lens sheets at the time of preventing the unification by optical adhesion with a light guide plate and a lens sheet, and piling up a lens sheet and between a lens sheet and a light guide plate can be prevented.

Therefore, the luminous intensity distribution of the outputted ray in the uniform region cloth to the whole light guide plate surface by the total internal reflection of the surface of a light guide plate and prevention of the fringes of equal thickness can be performed, and technical-problem \*\* which a Prior art has, and \*\* can be solved. Although this minute projection serves as a spacer, there is almost no optical diffusion effect and the loss by loss of the light in the preceding

paragraph story included in a lens sheet does not take place. Therefore, unlike the case of the conventional surface light source 100B, the purpose (2) and the purpose (4) and (5) can be reconciled, and can be attained.

[0016]

[Example]

(The 1st example of a lens sheet) Hereafter, referring to drawings etc., an example is given and it explains in more detail. Drawing 1 is a perspective view showing the 1st example of the lens sheet by this invention. The lens sheet 10 of the 1st example is provided with the transparent substrate sheet 11, the light transmission diffusion zone 12 laminated by the surface of the substrate sheet 11, and the lens array layer 13 laminated by the surface of the light transmission diffusion zone 12.

[0017]The transparent substrate sheet 11 is fabricated from the translucency substrate. JP,6-324205,A for which this applicant applied about the translucency substrate [0008]Since it has explained to [0009], detailed explanation is omitted here. The transparent substrate sheet 11 of this example has the smooth rear face (field of the opposite hand of the lens array layer 13) 11a of as [ whose concavo-convex average-of-roughness-height (difference-in-elevation / of projected height and the height of a valley / , level difference)  $\Delta z_1$  is the surface roughness below maximum wavelength  $\lambda_{\text{max}}$  of an illuminant light

spectrum ]. If this average-of-roughness-height  $\Delta z_1$  is a case of the usual white light source, it will be set to about 0.8 micrometer. The index which equalized the difference in elevation of a crevice and heights can estimate concavo-convex average-of-roughness-height  $\Delta z_1$ , for example, the ten-point average of roughness height (Rz) by the regulation based on JIS-B-0601 can estimate it suitably. Since a part of incident light will carry out diffuse transmission of it and a part will carry out diffuse reflection if this level difference  $\Delta z_1$  exceeds maximum wavelength  $\lambda_{\text{damax}}$  of an illuminant light spectrum, it produces a loss in incident light in the stage of going into the lens sheet 10, and is not preferred. In order to distinguish from the wavelength  $\lambda$  of extraneous light mentioned later, the wavelength of the outputted ray of the light source (for example, 43 of drawing 12) of the surface light source is written by  $\lambda$  of a small letter. Since average interval  $\Delta S_1$  of unevenness of this rear face 11a is also the same, below the maximum wavelength of an illuminant light spectrum carries out. Average interval  $S_m$  of an ISO standard, etc. estimate  $\Delta S_1$ , for example. Such  $\Delta z_1$  and  $\Delta S_1$  will be obtained if the precision finishing method of optics, such as a publicly known lens, is applied.

[0018]Drawing 2 is a mimetic diagram explaining the minute step difference of the rear face of the lens sheet concerning the 1st example. As for drawing 2 (A), rugged step  $\Delta z_1$  of the rear face 11a of the substrate sheet 11 shows the

case of smallness from illuminant light spectrum maximum wavelength  $\lambda_{\text{damax}}$ . The thing of the range of beam-of-light  $L_{21}$  which diffuse reflection of the beam of light  $L$  spread from the light source is carried out by the optical diffuse reflection nature dot pattern 42a of the light guide plate 41, among those enters into the light guide plate surface by less than a critical angle - beam-of-light  $L_{22}$  enters into the substrate sheet 11 via the opening A. Here, on behalf of the reflected component to the normal line direction of the light guide plate 41 surface, as for beam-of-light  $L_{21}$ , beam-of-light  $L_{22}$  represents the reflected component to an oblique position to a law line direction (however, it enters into the surface of the light guide plate 10 by less than a critical angle). Among these incident light  $L_{21} - L_{22}$ , a part serves as transmitted light  $L_{21T}$  and  $L_{22T}$ , and is transmitted and used effectively in the direction of the lens array layer 13. The part becomes beam-of-light  $L_{22R'} \rightarrow L_{22R'T}$ , and beam-of-light  $L_{22R}$  reflected in the rear face 11a of the substrate sheet 11 is also sent in the direction of the lens array layer 13.

[0019]As for drawing 2 (B), rugged step  $\Delta z_1$  of the rear face 11a of the substrate sheet 11 shows the adult case rather than illuminant light spectrum maximum wavelength  $\lambda_{\text{damax}}$ . As compared with drawing 2 (A), diffuse transmission or beam-of-light  $L_{\text{LOSS}}$  which carries out diffuse reflection arises in the direction almost near parallel at the surface of the light guide plate 41, and



the rear face of the substrate sheet 11. Without arriving in the direction of the upside lens array layer 13, this beam-of-light  $L_{\text{Loss}}$  dissipates and serves as a loss of the energy of illuminant light. That is, before inputting into a lens sheet, it is the already lost light.  $\lambda$  of the surface fine-irregularities group 12a, and the maximum wavelength (it is about 0.8 micrometer in case of usual white light source) grade of a lower limit of an illuminant light spectrum is preferred. Good [ of about about 100 micrometers of the upper limit ] is carried out more, and  $\lambda$  is 60 micrometers. As a material of particles, an acrylic, polycarbonate, polystyrene, Resin, such as epoxy and polyester, glass, calcium carbonate, silica ( $\text{SiO}_2$ ), Empty capsids, such as inner substance particles, such as ARUNAMI ( $\text{aluminum}_2\text{O}_3$ ), a crystal stone ( $\text{AlF}_3$  and  $3\text{NaF}$ ), magnesium fluoride ( $\text{MgF}_2$ ), and mica, or resin, glass, and milt, etc. can be used. This particle chooses a different thing from the refractive index of the lens array layer 13 from these. Also in this case, one with preferred using what the refractive index of particles carries out good to the refractive index of the lens array layer 13 more 0.1 or more, and is different 0.2 or more as for  $\lambda$  is the same as that of the case of (a). In (b), the refractive index of a carrier fluid object (binder) may be the same as the lens array layer 12 among the light transmission diffusibility layers 12, but also as for a carrier fluid object, in order to perform optical diffuse transmission more efficiently, it is preferred to use different things from the lens array layer 13

like particles.

[0023] This fine-irregularities group 12a the beam of light which entered into the lens sheet 10 by carrying out penetration diffusion, Angular distribution of the outputted ray luminosity within the diffusion angle of the light outputted from the lens sheet 10 is made into homogeneity (isotropic), distribution of the outputted ray in a light exiting surface is made into homogeneity (uniform), in addition the optical diffuse reflection nature dot pattern of the rear face of the light guide plate 41 is invisibility-ized by the Hayes (haze value). Like  $\Delta z_1$  and  $\Delta S_1$  which also mentioned above average-of-roughness-height  $\Delta z_2$  of this fine-irregularities group 12a, and average interval  $\Delta S_2$ , although equalized and evaluated, Average interval  $S_m$  of an ISO standard can estimate suitably the ten-point average of roughness height ( $R_z$ ) etc. which were specified to JIS-B-0601. As for this  $\Delta z_2$  and  $\Delta S_2$ , it is preferred to use more than maximum wavelength  $\lambda_{\max}$  of an illuminant light spectrum. The fall (disturbance of phase) effect of Hayes and coherence by the diffusion effect of a light according that it is less than  $\lambda_{\max}$  to unevenness is lost. moreover -- although an optical diffusion effect top in particular does not exist [ upper limit ], if too large -- the field of an outputted ray -- internal division -- the homogeneity of cloth -- it is bad (coarsely) -- in order for a luminescent spot and nonuniformity to be conspicuous in an outputted ray, it is desirable to be usually about a

maximum of 200 micrometers or less, and to use. As uneven shape of the fine-irregularities group 12a, it may be isotropic at random [ crepe / grain, ], and the microlens arrangement which carries out uniform diffusion of the light can also be used into an angle predetermined [ , such as an eye lens of a fly, and a pyramid lens array of two-dimensional array, ]. As for average interval  $\Delta S_2$  of the heights (or crevices) of the fine-irregularities group 12a, it is preferred from the point of the permeant diffusivity of light, and a homogeneous point of an outputted ray to make it comparable as average-of-roughness-height  $\Delta z_2$ . The reason of the maximum about this interval and a minimum is the same as that of the average of roughness height. It equalizes and evaluates between crevices (or heights). As an index,  $S_m$  carried out 0601 N of JISB(s) can estimate suitably, for example. Hayes (JISK7015) and total light transmittance (JIS K 7105) are suitable for evaluation of the light transmission diffusion zone by the level difference of this fine-irregularities group.

Hayes is 5 to 80%, and not less than 80% has preferred total light transmittance. Here, at less than 5%, the optical diffusion effect of Hayes is lost and it is lost. [ of the invisibility of the light diffusing dot pattern of a light guide plate ] The effect of reducing the spatial coherence of the transmitted light and vanishing the fringes of equal thickness is also lost. On the other hand, if Hayes exceeds 80%, the diffusion angle of the transmitted light will become large too much, and the

luminosity in the predetermined angle of an outputted ray will fall remarkably.

[0024]The lens array layer 13 consists of light transmittance state material, and has on the surface the concave or convex lens shape 13a (unit lens) arranged by one dimension or two dimensions. [ much ] If it can be made to converge into a desired diffusion angle, and still more nearly required and the light which came out of the light transmission diffusion zone 12 can be deflected towards a request of an outputted ray as the lens shape 13a, it will not be limited in particular.

[0025]Drawing 3 is a perspective view showing the example of the lens array layer of the lens sheet concerning the 1st example. Any of the arrangement of a convex lens like drawing 3 (A), (B), (E), (F), and (H), the arrangement of a concave lens like drawing 3 (D), or the mixed arrangement of a concave lens like drawing 3 (C) and a convex lens may be sufficient as the unit lens 13a. Like drawing 3 (A) - (F) and (H), the unit lens 13a may be arranged to one dimension or two dimensions, or may be aperiodically arranged like drawing 3 (G).

[0026]As for the unit lens 13a, when making the peak of the luminosity of an outputted ray into the normal line direction of a light exiting surface, it is preferred like drawing 3 (A) - (G) to use symmetrical arrangement. As for the unit lens 13a, when leaning the peak of an outputted ray to a light exiting surface, it is preferred like drawing 3 (H) to use right-and-left unsymmetrical arrangement. About the

manufacturing method of a lens array, it is JP,6-324205,A. Since it is explained to [0010], detailed explanation is omitted.

[0027]Since convergence as a lens or a deviation operation will be lost or the spectrum effect as a diffraction grating will show up if the level difference of the cycle (or lens interval) and crevice, and heights is too small, the unit lens 13a is unsuitable. Since it will become easy to start a moire pattern with the pixel of the display when lens shape is conspicuous and a display is put on the surface light source if they are too large, it is unsuitable. Therefore, about 10-200 micrometers is preferred for both the ranges usually used for a level difference and a cycle (or lens interval).

[0028]The material of the lens array layer 13 is JP,6-324205,A. Since it is explained to [0008], detailed explanation is omitted.

[0029]About the light diffusing dot pattern 42a of the light guide plate 41, it is JP,6-109925,A. [0015]Drawing 2 or JP,6-324205,A Since it is explained to \*\* of [0023], etc., detailed explanation is omitted.

[0030](Lens sheet of the 2nd example) Drawing 4 and drawing 5 are the perspective views which looked at the 2nd example of the lens sheet by this invention from a side front or the back side. As for the lens sheet 10B of the 2nd example, the minute projection 11b is formed in the rear face 11a of the substrate sheet 11.

[0031]This minute projection 11b is not for optical diffusion, and is for preventing structure, generating of the fringes of equal thickness, or the optical adhesion unification with the lens sheet 10B and the light guide plate 41 for the air layer of a moderate gap between the lenses put on the light guide plate 41 or the bottom. However, even if it is a case where it uses for an edge light mold face light source when using for the direct bottom part surface light source or, It may not be, when arranging one lens sheet so that the lens array layer 13 may turn to the light guide plate 41 side, or when it fixes only the periphery of the lens sheet 10 with a spacer using what has the lamination where the lens sheet 10B is thick and it is few.

[0032]Six-sided a four-sided prism, a triangular prism and a prism, the pillar (or elliptic cylinder) of this minute projection 11b, etc. are pillar-shaped. Even if it is by [drawing 5 (B) - (E)], it is truncated-pyramidical [ of four truncated pyramids, three truncated pyramids, six truncated pyramids, a truncated cone (or elliptic cone stand), etc. ]. It may be by [drawing 5 (F) - (I)].

[0033]In order to secure the minimum intensity as a spacer, although the size (a radius or diagonal line length usually estimates) of the bottom of the minute projection 11b is based also on the height H, it is required 1 micrometers or more. Since viewing of a minute projection will be attained or not less than 125 micrometers of moire patterns with the pixel will become easy to produce it in

use to a liquid crystal display element if especially 500 micrometers are exceeded, it is not desirable.

[0034]The two-dimensional distribution in respect of the lens sheet of the minute projection 11b of the above sizes has preferred random distribution. Since a minute projection and the unit lenses 13a (periodic arrangement is carried out in most cases) of the lens array layer 13 which it has in the opposite side of a lens sheet certainly overlap a certain cycle when the minute projection has arranged periodically, it will be a moire pattern and will appear. Besides the array cycle of the unit lens 13a which constitutes such a lens array layer 13, in using it as a back light of an electrochromatic display device, it interferes in the array cycle of the pixel of a display device, and a moire pattern appears easily. Therefore, generating of a moire pattern is prevented by forming arrangement of a minute projection into an un-cycle.

[0035]However, even if a moire pattern randomizes the arrangement of the minute projection 11b as mentioned above, Since the whole of each side of the congener (for example, if it is a trapezoid raised bottoms) of each minute projection has turned to the same direction if the shape of the multiple pillar of each minute projection 11b is the same and direction has gathered, the minute sides of these for [ the same ] gather and it comes to form the big virtual side. Since the minute projection is carrying out random arrangement in this virtual

side, there is no periodicity, but the field which the unit lens which constitutes a lens array has may interfere, and a moire pattern may occur. Therefore, it is preferred to make the field which constitutes a unit lens, and the side which a minute projection has a certain fixed relation.

[0036]Drawing 6 is a figure explaining the occurrence prevention of this moire pattern. For example, the lens array layer 13 of the lens sheet 10 considers the case where it comprises the unit lens 13a of a triangular prism lens, like drawing 6 (a). The emission face of the lens sheet 10 is a field parallel to a X-Y flat surface.

This is made into the level surface.

Normal line directions vertical to an emission face are Z shaft orientations (not shown). Although the field which constitutes the unit lens 13a is slant-face 13a-1 which accomplishes San-ya, it serves as a line with parallel crossing nodal line of this field (slant face) and level surface and X-axis (the axis of coordinates is taken so that the X-axis may become a nodal line and parallel). Strictly, a slant face is a limited field, and although and a slant face and the level surface do not cross depending on how to take Z axis coordinates for the level surface, either according to conditions, a nodal line here means the line which extends said field (slant face) and crosses the level surface. Of course, when it is arranged in the direction of one dimension with a triangular prism unit lens, a nodal line is



only a kind, but. When the unit lens of other kinds, such as a pyramid, is arranged in the direction of two dimensions, the nodal line drawn from the field which constitutes a unit lens also has two or more kinds of cases, and those nodal lines may not intersect perpendicularly.

[0037]Next, drawing 6 (b) piles up X'-Y' axis of coordinates of a direct system by setting X' axis as the one nodal line which carried out the standard of the nodal line drawn from the unit lens 13a of a triangular prism lens and which is drawn from the minute projection group 11b to a X-Y axis of coordinates. All direction to each minute projection 11b (here rectangular parallelepiped) has gathered, and the nodal line of those sides and level surface of the lens sheet 10 those[ with two kind ]-intersects perpendicularly, and is a nodal line parallel to a nodal line parallel to an axis, and X'Y' axis. This X' axis and the previous X-axis are making the angle alpha. It is carrying out terrible [ of many minute projections ].

Although a large number [ the nodal line of the side of those large number, and the level surface of a lens sheet ], since the direction to a minute projection has gathered, it represents with the direction of a nodal line, and, in the case of a rectangular parallelepiped, becomes two kinds of nodal lines which intersect perpendicularly.

[0038]If the angle alpha which the X-axis and X' axis make is zero, it will become

parallel and will be easy to generate a moire pattern. However, a moire pattern can be prevented, if arrangement of both sides is taken so that the nodal line drawn from such a unit lens and the nodal line drawn from a minute projection may be detached exceeding 5 degrees. That is, in the case of a rectangular parallelepiped, the angle  $\alpha$  is a clockwise rotation (right-handed rotation), and the range of 5-85 degrees and generating which is moire patterns if it is the range of 10-80 degrees more preferably can be prevented effectively. moreover -- the angle  $\alpha$  is counter clockwise -5 --the range of -10--80 degree may be more preferably sufficient as 85 degrees. Although the angle about the nodal line drawn from the side in which in the case of a rectangular parallelepiped it will observe if 85 degrees is exceeded becomes still larger, a relation with the adjoining side (90 degrees is made to said side) becomes close to parallel relationship, and a moire pattern generates and \*\*comes to be easy of an angle by a relation with the adjoining side. Thus, if it separates from parallel by a relation with the side of a multiple pillar exceeding 5 degrees, generating of a moire pattern can be prevented.

[0039]A minute projection For example, the nodal line of the side of the same kind and level surface of a lens sheet which it became from the rectangular parallelepiped and each rectangular parallelepiped observed, When the nodal line of the field of a unit lens and said horizon specifies at a certain angle over 5

degrees as mentioned above, it is necessary to arrange all of no direction to the minute projections (in this case, rectangular parallelepiped) to arrange. For example, if they have not gathered into the portion which adjoined even if 1% of the number of all the minute projections was level, it is because it does not have intensity to the extent that the parallel relationship used as the reason of generating of a moire pattern is defined. The meaning of "each rectangular parallelepiped" it is supposed in this meaning that the nodal line drawn from the side of each rectangular parallelepiped and the nodal line drawn from a unit lens are non parallel mutually, a meaning even if a part of rectangular parallelepiped which it is not necessarily limited to all the arranged rectangular parallelepipeds having non-parallel relations, and has been arranged has parallel relationship, that there is a non-parallel relation to it as large number of people -- including .

[0040]As this minute projection, although a multiple pillar may be sufficient besides a rectangular parallelepiped, since that side is making 90 degrees mutually by the above explanation in the case of the target rectangular parallelepiped, whenever 90 degrees rotates, it becomes the same situation. However, since the sides which counter are parallel in the case of a rectangular parallelepiped, in moire pattern occurrence prevention, the nodal lines taken into consideration are only two kinds of nodal lines which intersect perpendicularly mutually. However, if it is multiple pillars other than a rectangular parallelepiped,

for example, a triangular prism, in the case of three kinds and a pentagonal prism, it will all increase more than the case of a rectangular parallelepiped as for the nodal line taken into consideration with five kinds. Therefore, the conditions which a moire pattern generates increase and the flexibility of a design decreases. Of course, the nodal line which the adjoining sides take into consideration in the free square pole which is not right-angled even if it is a square pole increases with four kinds, and can prevent generating of a moire pattern on a par with a rectangular parallelepiped also with the square pole with the parallel side which is this point and counters in which the bottom consists of a parallelogram and a rhombus. However, from a point of the ease of manufacture, the rectangular parallelepiped is superior to the square pole which consists of these parallelograms and rhombuses. Although there are  $n$  square pillar which made  $n$  infinite, i.e., the pillar which the side becomes from a curved surface, an elliptic cylinder, etc. as a case where the nodal line drawn from the side does not accomplish a straight line, In this case, when parallel scanning methods, such as a scanner, perform an original film for a minute projection group to produce as opposed to the above-mentioned rectangular parallelepiped, since the projection is minute, Giza is made to outlines, such as a round shape which forms the side which is not parallel to a scanning line, or right-angled, and the side where an original pillar is smooth is not made.

[0041]What is necessary is just to generate X and the Y coordinate which use a random number and arrange a minute projection in the XY plane of a prescribed area corresponding all over a lens sheet as a method of arranging a minute projection at random. In drawing 7 (a), 22 is a random coordinate point which should form the minute projection 11b produced by doing in this way. Here, it adjoins too much, and when the minute projection which has a limited size on the coordinates is arranged, like drawing 8 (a), minute projections contact and the areas of overlap 23 may be made into each coordinate point 22 comrades. A dotted line is a virtual line for specifying areas of overlap in drawing 8 (a). In such a case, if it is the shape as it is where it lapped, a minute projection becomes large and viewing of it can be attained. For this reason, as for height H of the minute projection of areas of overlap, it is preferred as one solution to consider it as zero like drawing 8 (b). Thus, the parietal region of a minute projection can be prevented from the adjacently duplicate minute projections uniting and becoming large. It can prevent that a minute projection becomes large and viewing of it is attained by it even if minute projections overlap. Drawing 7 (c) processes the state where areas of overlap are as it is, as mentioned above, and drawing 7 (b) shows the minute projection group in the state where height H of areas of overlap was made into zero.

[0042]The moire pattern generated in the relation between each above

mentioned minute projection and constituent face, and the constituent face of a unit lens, When arranging each minute projection, in order to arrange all to the same direction, the side which each minute projection makes defines the nodal line which can be recognized [ altogether ], and it originates in the relation between this nodal line and the nodal line drawn from the field which a unit lens constitutes occurring. However, when having arranged each minute projection and making it arrange in the random direction even if the whole of each minute projection was identical shape, in drawing 6 (b), the whole of each minute projection was the same direction, but. If vertical Z shaft orientations are rotated at random as the axis of rotation to a X-Y flat surface and it arranges, even if it has, the nodal line defined as the specific angle is lost and it carries out the arbitrary angles by which the nodal line obtained from the field which the side of each minute projection makes was distributed, respectively in this way, moire pattern generating can be prevented. However, it is better to carry out in the same direction of the point from a point of the manufacturing ease of a lens sheet.

[0043]A pillar, an elliptic cylinder, etc. are excellent in this point. However, as mentioned above, there is manufacturing difficulty of the side with a smooth surface. When arranging at random, in the method of describing above as an example of a measure when adjoining minute projections lap, and making height

H zero, keen sectional shape is made at contacting parts, and this also serves as manufacturing difficulty. However, if it is a pillar, X coordinate value and the Y coordinate value of X which does not take the method of making height H zero, but is obtained with a random number and which arranges a minute projection, and a Y coordinate, If a random number is generated in larger KIZAMI than the diameter D (value portions, such as a beam below KIZAMI, are rounded off), since the random coordinate points obtained are always separated from the diameter D, even if it arranges a minute projection at these coordinate points, they have no lapping. As extension of this method, KIZAMI is enlarged intentional more and the minimum adjacent distance can also be adjusted.

[0044]The distribution density of a minute projection is a grade where a lens sheet bends and which cannot do the fringes of equal thickness.

Even if a lens sheet has a certain amount of stiffness, a uniform interval is securable between the light guide plate and lens sheet used as the bottom, and it sets up suitably according to the delicate difference of an interval to such an extent that the fringes of equal thickness are not made too.

The distribution density at the time of judging the cross-section area of a minute projection zero, i.e., the number distribution density which arranges a minute projection, When using it especially, piling up the lens sheet of two sheets, it is preferred to make into twice [ less than ], i.e.,  $d < 2p$ , repeating cycle p of the unit

lens on the lower surface of a lens sheet mean distance  $d$  during the projection which the minute projection on the upper rear face of a lens sheet adjoins. Between the support points of contact of the minute projection 11b on the rear face of an upper part lens sheet by which contact support is mutually carried out by designing in this way, and the unit lens 13a of the bottom lens sheet surface bends, An up-and-down lens sheet interval can be prevented from the interval between up-and-down lens sheets becoming uneven, the fringes of equal thickness coming out, or less than the wavelength of illuminant light becoming. The mean distance  $d$  is  $d < 0.5p$  more preferably.

[0045] On the other hand, when the cross-section area of a minute projection is evaluated as a limited thing, as distribution density which can prevent the fringes of equal thickness although a lens sheet bends, About 0.01 to 60% is preferred at area ratio  $S_r (=S_p/S_t \times 100)$  of the total  $S_p$  of the cross-section area of said height to whole surface product  $S_t$  which the lens sheet 10 and the light guide plate 41 have met. Although functioning at its minimum is preferred as a function like a spacer, from a point of bending of a lens sheet, it is required to some extent, and when considering it as the surface light source combining the light guide plate mentioned later, it is [ a certain grade ] required also because of equalization of the region cloth of luminosity.

[0046] In order to consider the factor related to the distribution within a field of



luminosity, it explains using the area ratio R in area ratio  $S_r$  described above and converse relation. The total  $S_a$  of the area of the portion of the opening 9 in which the minute projection 11b does not stick with the surface of the light guide plate 41 and which has an interval more than wavelength is the area ratio R as a rate over whole surface product  $S_t$  which the lens sheet 10 and the light guide plate 41 have met. [%] is expressed by the following formula.

$R = S_a / S_t \times 100$ , therefore the area ratio R have a relation of  $R + S_r = 100$  to area ratio  $S_r$ . Although this area ratio R is determined with the homogeneity of the luminosity in the field demanded, the utilization efficiency of light energy, the size of a light guide plate, etc., the area ratio R usually needs to consider it as not less than 90% more preferably not less than 80%.

[0047]As this reason, when both surface roughness sticks the surface of the smooth light guide plate below the wavelength of light, and the surface (rear face) of the lens sheet 10, It is emitted, without most carrying out total internal reflection by the area part which results by the distance y from the side edge part by the side of a light source among the input light which enters into a light guide plate from a light source (in the light guide plate surface.). Even if it enters above a critical angle, in the portion, total internal reflection is not carried out, but since light advances into a unit lens, from y, luminosity will fall rapidly and it will become dark in a distant place. And if the percentage to the overall length Y of

the optical propagation of the light guide plate of length  $y$  of a light-emitting part is actually measured, it will be 10 to 20%. Therefore, in order to distribute uniformly the amount of light energies which entered into the light guide plate from the light source to the overall length  $Y$ . Since about 100% of light will mostly be emitted by the area part of length  $y$  on the surface of a light guide plate, it is necessary to make 10 to 20% of the incident light which comes to the area part of length  $y$  penetrate, and to emit it, and it needs to carry out total internal reflection of 90 to 80% of the remaining light. Here, in general, since it approximates by  $^{**}(\text{total-internal-reflection light volume} / \text{total-internal-reflection light volume}) S_a/S_t=R$ , 80 to 90% ( $S_r = 10$  to 20%) of range is required for  $R$ . And since it can approximate similarly from  $y$  in a distant place,  $R$  can apply the point which needs 80 to 90% covering an overall length. However, if  $R$  becomes close to 100% ( $S_r$  is 0%) too much, as described above, it becomes impossible for the interval between minute projection groups to maintain by bending of a lens sheet more than the wavelength of light, and is not desirable. Therefore, the maximum of  $R$  is good to make it to 99.99% or less ( $S_r \geq 0.01\%$ ). It is required to carry out the maximum prevention of the light which enters into the lens sheet rear face which is one of the most important design concepts in this invention in addition to the above deviating to the tangential direction of the light exiting surface of the surface light source by diffuse reflection (or penetration), and

losing. From this point, little  $S_r$  will be good, so that there is. therefore, the field of the luminosity described above -- internal division -- it is preferred to design become the minimum within limits which fulfill equalization of cloth or the conditions of the prevention from interference of equal thickness.

[0048]By providing the above specific minute projection groups in one side of a lens sheet, Without the beam of light emitted out of an angle of visibility increasing, and luminosity falling, moreover it prevented the fringes of equal thickness and a moire pattern, it can be considered as the outstanding lens sheet which can distribute an outputted ray with a uniform region cloth over the whole light guide plate surface.

[0049]Next, this minute projection 11b explains in detail the condition which can control generating of the fringes of equal thickness, and its reason. Drawing 9 is a mimetic diagram explaining the principle of the minute projection of the lens sheet concerning the 2nd example. Here, although the fringes of equal thickness made between the lens sheets 10 and 10 (the substrate sheet 11 and the lens array layer 13) are made into an example and explained, it is applicable similarly [ in the case of the lens sheet 10 (substrate sheet 11) and the light guide plate 41 ]. Height  $\Delta z_3$  of the minute projection 11b the longest wavelength of the visual spectral line of the light source which observes this lens sheet 10B  $\lambda_{\max}$ , When the angular radius of that light source at the time of seeing

said light source through the reflector on this lens sheet 10B side from an observer is set to  $\Delta\theta$ , the conditions of the formula (1) are fulfilled. In order to distinguish from the wavelength  $\lambda$  of the light source of the surface light source,  $\lambda$  of a capital letter is used.

$$\Delta z_3 \geq \lambda_{\max} / 2\Delta\theta^2 \quad (1)$$

The one-dimensional and two-dimensional arrangement of this minute projection 11b is aperiodic, and width  $\Delta x$  of the minute projection 11b fulfills the conditions of the formula (2).

$$\Delta x \leq 500 \text{ micrometer} \quad (2)$$

[0050]The mean distance  $d$  of phase next door \*\*\*\* each minute projection 11b fulfills the conditions of the formula (3) to the cycle  $P$  of the unit lens 13a.

$$d < 2P \quad (3)$$

[0051]Here, the example which uses the thing of the same structure like lens sheet 10B-1 and 10B-2 laminating two sheets so that the ridgeline of the unit lens 13a may intersect perpendicularly is given and explained.

[0052]Below, the disappearance conditions of the fringes of equal thickness in the height of the minute projection 11b formed in the rear face of lens sheet 10B-1 and the lamination side of lens sheet 10B-1 and 10B-2 are explained. As shown in drawing 9, the minute projection 11b is formed in the rear face of lens sheet 10B-1 by the side of the surface, Beam-of-light  $L_1$  which opening  $H(x)$

between lens sheet 10B-1 and lens sheet 10B-2 is increased, and is reflected by interface  $S_1$  as \*\*, Generating of the fringes of equal thickness (generic concept of a Newton ring) by interference with beam-of-light  $L_2$  reflected by interface  $S_2$  is controlled.

[0053]at this time, all the fringes of equal thickness take into consideration that the fringes of equal thickness of the minute projection 11b and the fringes of equal thickness other than minute projection 11b (periphery) overlap as the fringes of equal thickness -- it is required. Among these, although it is about the fringes of equal thickness other than minute projection 11b (periphery), Thickness  $H_{(x)}$  of the void layer in that case (air layer) becomes the sum of thickness  $h_{(x)}$  at the time of carrying out direct contact lamination of lens sheet 10B-1 and 4-2 for the existence of the minute projection 11b, and height  $\Delta h$  of the minute projection 11b. Namely,  $H_{(x)} = h_{(x)} + \Delta h$  -- (4)

since it is  $\Delta h > 0$  here, even if it is  $0 \leq h_{(x)}$  (namely, -- even if it is set to  $h_{(x)} \rightarrow 0$  and carries out asymptotic to 0)

$$H_{(x)} \geq \Delta h > 0 \text{ -- (5)}$$

It will not carry out asymptotic [ of a next door and the  $H_{(x)}$  ] to 0.

[0054]It disappears and the fringes of equal thickness go as thickness  $H$  of a cavity part becomes large. Therefore, it is the disappearance conditions of the fringes of equal thickness of the periphery of the minute projection 11b which

calculated the lower limit of H in which the fringes of equal thickness disappear, and substituted this for the formula (5) according to increase of H.

[0055] Hereafter, this condition is computed. It is  $\Delta\theta$  about the angular radius of the external light source (the lens sheet 10B is observed from the outside) 7 seen through reflector  $S_1$  and  $S_2$  from the observer when a light source had spatial breadth according to the 87-89th pages of "wave optics" (Kubota extensive work, the Iwanami Shoten issue, the August 30, 1975 4th \*\*\*\*\*). [Radian] It is  $\lambda$  about the wavelength of illuminant light. [ $\mu\text{m}$ ] It is H about the thickness of an opening. [ $\mu\text{m}$ ] When carrying out, they are  $\Delta\theta \ll (\lambda/2H)^{1/2}$ . -- (6)

It comes out, and if it is, it is known that the fringes of equal thickness will be accepted. Therefore, it is  $H_{(x)} \geq \lambda/2\Delta\theta^2$  when the conditions (conditions which do not produce an interference fringe) which the fringes of equal thickness cannot view are searched for about  $H_{(x)}$  from a formula (6). -- (7)

It becomes. When a formula (7) is substituted for a formula (5), height  $\Delta h$  of the minute projection 11b is  $\Delta h \geq \lambda / 2\Delta\theta^2$ . [ $\mu\text{m}$ ] -- (8)

It comes out and it is drawn that what is necessary is just to be.

[0056] Although the above is a case of a monochromatic light source, About a light source with the emission-spectrum distribution by which normal use is carried out. A formula (8) can be said to be that all the remaining  $\lambda$  fills a

formula (8) if upper limit  $\lambda_{\max}$  of spectrum distribution fills a formula (8) among light source spectra ( $\lambda_{\min} \leq \lambda \leq \lambda_{\max}$ ), since it is in direct proportion to  $\lambda$ . Therefore,  $\Delta h \geq \lambda_{\max} / 2\Delta\theta^2 [\mu\text{m}]$  -- (1)

It becomes the conditions of the height of the minute projection 11b about a light source with \*\* spectrum distribution.

[0057] When the concrete numerical value of a formula (1) is calculated now, it supposes that the surface of the lens sheet 10B is observed using 0.38 micrometer  $\leq \lambda \leq 0.78$  micrometer white light as the external light source 7, and is usually an angular radius of the external light source 7 by interior lighting or the available light from a window  $10^\circ \leq \Delta\theta \leq 120^\circ$ , i.e.,  $0.175 [\text{rad}] \leq \Delta\theta \leq 2.094 [\text{rad}]$  When it carries out, it is  $\Delta\theta = 0.175$  with least right-hand side of a formula (1) from a formula (1).  $[\text{rad}]$  And  $\lambda_{\max} = 0.78$  As a value corresponding to  $[\mu\text{m}]$ , it is  $\Delta h \geq 12.5. [\mu\text{m}]$  -- (9)

\*\*\*\*\*. Originally the maximum of  $\Delta h$  does not have restrictions from a viewpoint of the prevention from optical adhesion. However, if  $\Delta h$  is too large, a lens sheet becomes being easy to bend, and when it assembles to the surface light source, thickness will become thick, or a projection will become is easy to be viewed. Therefore, it is usually preferred to use 200 micrometers or less.

[0058]A following condition is added although a formula (8), a formula (1), and a formula (9) are minimum necessary conditions. That is, when the lens sheet 10B consists of an object it can be considered that is a perfect rigid body, it is sufficient if it supports by the projection of three points which is not on the minimum and the same straight line (a triangular vertex is made). However, the lens sheet 10B for example, when consisting of an object which was made with the synthetic resin and which has flexibility thinly, When the distance between the minute projections 11b separates too much, the lens sheet 10B is bent by the portion of the minute projection 11b, and  $h_{(x)}$  and also  $H_{(x)}$  stop fulfilling the conditions of a formula (8), a formula (1), a formula (9), and a formula (5).

[0059]Then, in this case, even if it produces bending, the minute projection 11b on the back is formed with sufficient density so that the conditions of a formula (8), a formula (1), a formula (9), and a formula (5) may always be fulfilled. as the rule of thumb of the density of this minute projection 11b -- general -- the cycle P of the unit lens 13a of lower lens sheet 10B-2 -- it is made to make it distributed in two dimensions with 1/2 or less cycle still more preferably less than twice That is, the mean distance d of the phase next door \*\*\*\* minute projections 11b and 11b should just fulfill the conditions of a formula (3) to the cycle P of the unit lens 13a.

$d < P$  -- (3)



Here, with reference to drawing 10, the conditions of a formula (3) are explained further. As three nearby point A, B, and C make equilateral triangle  $\triangle ABC$  among the minute projections 11b, and it is shown in drawing 10 (A) and (B) when the lens sheet 10B is only the line type (one dimension) arrangement of the unit lens 13a since it is easy, If the minute projections A and B touch unit lens 13a-1 and 13a-3 at the time of distance  $AB = \text{distance } BC = \text{distance } CA = 2P$  between two minute projections, when its attention is paid only to y shaft orientations, it seems that surely unit lens 13a-2 which does not meet with a minute projection exists in the middle of the minute projections A and B. However, if it sees in two dimensions, unit lens 13a-2 is supported by the minute projection C left to y shaft orientations. Since it will be supported with the aggregate of three-point support as no unit lenses 13a leak and the minute projection 13b shows to drawing 10 (C) and (D) if it does in this way, the contact by bending by lens sheet 10B-1 and 4-2 is suppressed to minimum. If d exceeds P bordering on  $d=2P$  also experimentally, even if  $\Delta h$  and  $\Delta y$  fulfill the conditions of a formula (1) and a formula (2), respectively, it is checked that the fringes of equal thickness start being viewed. Therefore, the conditions of a formula (3) mentioned above are acquired. If it does in this way, it will be supported by the one minute projection 11b per two pieces of the unit lens 13a of the profile total \*\*\*\*, and the influence of bending will be lost. However, since the

diffusion angle of radiated light will spread too much if the mean distance  $d$  becomes not much small and the minute projection 11b crowds too much, it is preferred to choose the suitable range.

[0060]Next, the fringes of equal thickness of the minute projection 11b are explained. the near minute projection 11b --  $H_{(x)}$  -- in order to take  $\rightarrow 0$  (convergence), the fringes of equal thickness are inescapable. It is not giving a cycle in one dimension or in two dimensions, but making it arrange confusedly and forming width  $\Delta x$  of the minute projection 11b in distribution of the minute projection 11b as a means for avoiding this as a matter of fact, at the size which cannot be viewed. Even if the fringes of equal thickness occur by doing in this way, it is not viewed in itself, in order to carry out localization only into the field of the minute projection 11b.

[0061]However, if the minute projection 11b has arranged periodically, in order that the minute projection 11b and the unit lens 13a may certainly contact a certain cycle, when it observes from a distant place, the minute interference fringe of the minute projection 11b will be integrated, and it will be viewed as an interference fringe. By supposing that the arrangement of the minute projection 11b is aperiodic, if the interference fringe of the microscopic minute projection 11b is observed from a distant place, light and darkness will be integrated confusedly and it will serve as zero, and it is no longer viewed. Then, as width

$\Delta X$  of the minute projection 11b, if usually referred to as about 100 micrometers or less, the purpose can be reached practically. That is, what is necessary will be just to fill a formula (2).

$\Delta t \leq 100 \mu\text{m}$  -- (2)

[0062] Mechanical processings, such as embossing (die pressing) processing the water-white thing of this minute projection 11b is preferred, and also according [ that process ] to the heat pressing to the rear face of the lens sheet 10B, and sand blast processing, the casting (casting) method of transparent resin, \*\* [0063] (Light guide plate) The opposite side of the light reflection layer of the light guide plate 41 is a flat surface, and below the wavelength of illuminant light is made to surface roughness (measured by the ten-point average of roughness height  $R_z$  of JIS-B-0601, etc.). Usually, a light source is visible light, and since the wavelength is 0.4-0.8 micrometer, surface roughness may be 0.4 micrometer or less. What is necessary is just to use the precision polish etc. which are performed with injection molding, casting (casting) shaping, an optical lens, etc. using the heat pressing of a publicly known technique, for example, a mirror plane board, and the form of mirror plane nature as the method of making granularity of this level.

[0064] As a material of the light guide plate 41, it chooses from the material of the lens sheet mentioned above, and the same translucency material. Usually, resin

of polycarbonate is used. As for the thickness of a light guide plate, an about 1-10-mm thing is usually used.

[0065](Example of the surface light source of a direct bottom part) Drawing 11 is a sectional view showing the 1st example (direct bottom part) of the surface light source by this invention. The surface light source 51 arranges the lens sheet 10 of drawing 1 to the opening side of the back light 30 of the direct bottom part with which the line light source 32 of a fluorescent lamp etc. was established in the case 31. In order to exploit the light energy of the light source 32 effectively, to the inner surface of the case 31, it is preferred to perform white paint etc. and to make it a high reflectance side.

[0066](Edge light mold face light source) Drawing 12 is a perspective view showing the 2nd example (edge light type) of the surface light source by this invention. As for the surface light source 52, the lens sheet 10B of drawing 4 is arranged at the upper surface of the light guide plate 41 of the edge light type back light 40. As for this back light 40, the reflecting layer 42 is formed in the undersurface of the light guide plate 41.

The light source 43, the reflection film 44, and the illuminating cover 45 are formed in the both sides of the side edge of the light guide plate 41, respectively.

The edge light type surface light source has an advantage to which a light emission side does not generate heat easily due to a thin shape.

[0067]About the details of the surface light source, it is JP,6-324205,A.

[0017]-Since it is indicated to [0025], detailed explanation is omitted.

[0068](Example of a liquid crystal display) The surface light sources 51 and 52 shown in drawing 11 and drawing 12 can be used as a liquid crystal display by arranging at the back of a transmission type publicly known liquid crystal display element. It is applicable to the element which needs sources of back light other than a transmission type liquid crystal display element, such as an electrochromic display device.

[0069]

[Effect of the Invention]As explained above, the light which the concavo-convex average of roughness height and average interval penetrated the substrate sheet which is less than the maximum wavelength of an illuminant light spectrum in this invention, and went into the lens sheet, The concavo-convex average of roughness height and average interval make it input in the light transmission diffusion zone which has a fine-irregularities group more than the maximum wavelength of an illuminant light spectrum, and carry out penetration diffusion uniformly.

Therefore, an upper \*\*\*\* loss is suppressed by loss of the light to the outside of the lens accompanying light transmission diffusion, And since it converges into a predetermined angle and light is made to output by a lens array layer again after

being able to equalize distribution in the diffusion angle of luminosity, and a light exiting surface and carrying out penetration diffusion according to a light transmission diffusion zone, Can store the diffusion angle of light intensively in a suitable angle, and further due to the fall of Hayes and spatial coherence by a light transmission diffusion zone. Since the interference fringe can be disturbed and it can disappear even if the light diffusing dot pattern on the rear face of a light guide plate is made to invisibility-ize and the fringes of equal thickness occur, technical-problem \*\* which a Prior art has, \*\*, and \*\* are solvable.

[0070]Since the minute projection used as a spacer was provided in the substrate sheet, the luminous intensity distribution of the outputted ray in the uniform region cloth to the whole light guide plate surface by the total internal reflection of the surface of a light guide plate and prevention of the fringes of equal thickness can be performed, and technical-problem \*\* which a Prior art has, and \*\* can also be solved.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a perspective view showing the 1st example of the lens sheet by this invention.

[Drawing 2] It is a mimetic diagram explaining the minute step difference of the rear face of the lens sheet concerning the 1st example.

[Drawing 3] It is a perspective view showing the example of the lens array layer of the lens sheet concerning the 1st example.

[Drawing 4] It is the perspective view which looked at the 2nd example of the lens sheet by this invention from the side front.

[Drawing 5] It is the perspective view which looked at the 2nd example of the lens sheet by this invention from the back side.

[Drawing 6] It is a figure explaining the occurrence prevention of a moire pattern.

[Drawing 7] It is a figure explaining the minute projection of the lens sheet concerning the 2nd example.

[Drawing 8] It is a figure explaining the minute projection of the lens sheet concerning the 2nd example.

[Drawing 9] It is a mimetic diagram explaining the principle of the minute projection of the lens sheet concerning the 2nd example.

[Drawing 10] It is a mimetic diagram explaining the principle of the minute projection of the lens sheet concerning the 2nd example.

[Drawing 11] It is a sectional view showing the surface light source concerning

the 1st example (direct bottom part).

[Drawing 12]It is a perspective view showing the surface light source concerning

the 2nd example (edge light type).

[Drawing 13]It is a mimetic diagram showing the conventional example of the surface light source.

[Description of Notations]

10 Lens sheet

11 Substrate sheet

12 Light transmission diffusion zone

13 Lens array layer



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-335044

(43)公開日 平成8年(1996)12月17日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 F 9/00	3 3 6	7426-5H	G 0 9 F 9/00	3 3 6 H
	3 3 2	7426-5H		3 3 2 C
G 0 2 B 5/02			G 0 2 B 5/02	C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平7-140420

(22)出願日 平成7年(1995)6月7日

(71)出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72)発明者 安▲藤▼ 理加

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72)発明者 西尾 俊和

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72)発明者 石田 久憲

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(74)代理人 弁理士 鎌田 久男

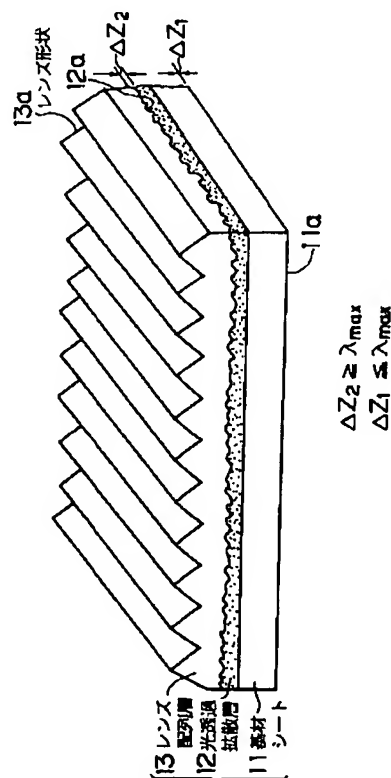
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レンズシート、面光源及び表示装置

(57)【要約】

【目的】 適度な広さの拡散角及び等方向性があり高い輝度が得られ、導光板裏面の光拡散パターンの不可視性を可能とし、光源からの距離による出力光の減衰及び等厚干渉縞の発生を防止することを可能にする。

【構成】 基材シート11と、光透過拡散層12と、レンズ配列層13とを備えたレンズシートであって、基材シート11は、凹凸の平均粗さ $\Delta z_1$ 及び平均間隔 $S_1$ が光源光スペクトルの最大波長未満である平滑な裏面を有し、光透過拡散層13は、レンズ配列層と屈折率が異なり、凹凸の平均粗さ $\Delta z_2$ 及び平均間隔 $S_2$ が光源光スペクトルの最大波長以上の微小凹凸群を表面に有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光透過性のある基材シートと、前記基材シートの表面に積層された光透過拡散層と、前記光透過拡散層の表面に積層されたレンズ配列層とを備えたレンズシートであって、前記基材シートは、凹凸の平均粗さ及び平均間隔が光源光スペクトルの最大波長未満である平滑な裏面を有し、前記光透過拡散層は、前記レンズ配列層と屈折率が異なり、凹凸の平均粗さ及び平均間隔が光源光スペクトルの最大波長以上、 $200\mu\text{m}$ 以下の微小凹凸群を表面に有し、前記レンズ配列層は、光透過性材料からなり、1次元又は2次元に多数配列された凹状又は凸状のレンズ形状を表面に有することを特徴とするレンズシート。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のレンズシートにおいて、前記基材シートは、高さが光源光の波長以上であって、 $200\mu\text{m}$ 以下の微小突起を裏面に散在させたことを特徴とするレンズシート。

【請求項 3】 透光性平板又は直方体状の空洞からなる導光体と、前記導光体の側端面の少なくとも1側面以上に隣接して設けられた点状又は線状の光源と、前記導光体の表面に積層した前記請求項 1 又は請求項 2 に記載のレンズシートとを含むことを特徴とする面光源。

【請求項 4】 1 以上の点状又は線状の光源と、前記光源を包囲し、1面を開口部とした光源収納部と、前記開口部を被覆する前記請求項 1 又は請求項 2 に記載のレンズシートとを含むことを特徴とする面光源。

【請求項 5】 透過型の表示素子と、前記表示素子の背面に設けられた前記請求項 3 又は請求項 4 に記載の面光源とを含むことを特徴とする表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、表面にレンズ配列層を有するレンズシート、そのレンズシートを用いた直下型又はエッジライト型の面光源、及び、その面光源を用いた液晶表示装置や照明広告、交通標識などの表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図 13 は、面光源の従来例を示す模式図である。面光源 100A は、レンズシート 101 が導光板 102 の上に光学密着しており、導光板 102 の側面に光源 103 が設けられている（実開平 4-107237 号、特開平 5-127159 号等）。このレンズシート 101 は、代表的には、頂角  $90^\circ$  の二等辺三角柱プリズムの線形配列のレンズ配列層を有している。

【0003】面光源 100B は、レンズシート 101 が

導光板 102 の間に、高ヘイズの光拡散性層 104 を配置したものである（特開平 6-18707 号、特開平 6-301035 号等）。この光拡散性層 104 は、裏面に微小突起 104b を有している。

【0004】面光源 100C は、レンズシート 101C の裏面に、ヘイズと光拡散性のほとんど無いスペーサ突起 101c が設けられており、高ヘイズの光拡散性層 104 を、レンズシート 101 の観察側に配置したものである（特開平 6-102506 号）。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述した面光源 100A は、以下のような問題点があった。

① レンズシート 101 のレンズ配列層のプリズムによる拡散だけであるので、適度な広さの拡散角及び拡散角内の輝度の等方向性が得られなかった。

② レンズシート 101 と導光板 102 が光学密着しているため、導光板表面とレンズシート界面での光全反射による光源光の導光板全領域への伝播が行われない。そのため、光源光 103 の光エネルギー損失は比較的小さいが、光源近傍に集中し、不均一になるという問題がある。したがって、光源 103 からある程度以上離れたと、輝度が急激に減衰して、導光板全面に渡って、均一な分布の高い輝度が得られなかった。

③ 導光板 102 の裏面まで目視可能であるため、導光板 102 の裏面の光拡散ドットパターンが視認されてしまう。

④ レンズシート 101 と導光板 102 との間（及びレンズシートが 2 枚以上の構成の場合には、各シート間）に、薄膜空気層ができるので、等厚干渉縞が発生する等の問題があった。

【0006】面光源 100B は、光拡散性層 104 によって、光源光は導光板表面から出力し等方的に拡散し、透過した後に、レンズシート 101 のレンズ配列層によって集光するので、適度な視野角及びその視野角内の均一な輝度の角度分布（配向特性）が得られる（前記①を解決）。また、光拡散性層 104 のヘイズ（曇り）によって像をボカして散らすことができるので、導光板 104 の裏面の光拡散ドットパターンを不可視化できる（前記③を解決）。さらに、レンズシート 101 の裏面（光拡散性層の裏面）の微小突起によって、導光板 102 の表面において、光は全反射し、導光板 102 内に遍く分配されるので、光源 103 からの距離による出力光の減衰は比較的小さい（前記④を解決）。しかし、光源光は、光拡散性層 104 によって広い角度で拡散してからレンズシート 101 に入射するので、一部の拡散光は、レンズシート 101 に入力されず、光入力損失が大きくなり、全面均一であっても輝度は不十分である、という新たな課題が生じる。

【0007】面光源 100C は、光拡散性層 104 が設けられているので、前記④の課題は、解決されている。

また、レンズシート 101C の裏面にスペーサ突起 101a が設けられているので、薄膜空気層がなくなり、等厚干渉縞の発生を防止できる（前記④を解決）。さらに、レンズシート裏面と導光板表面との光学密着がなくなるために、導光板表面での光の全反射により、導光板全体への光の伝播が行われ、前記②は解決する。しかし、光拡散性層 104 は、レンズシート 101 の最も観察側に設けられているので、一端集光した光を再び拡散させてしまい、視野角が広すぎるという問題が発生し、前記①の課題が解決されない。

【0008】本発明の目的は、前述の課題を全て解決し、(1) 適度な広さの拡散角及び拡散角内の輝度の等方向性が得られ、(2) 光源光の光エネルギー損失の低さ、即ち限られた一定の光源光エネルギーに対するより高い輝度が得られ、(3) 導光板裏面の光拡散ドットパターンの不可視性（エッジライト型の場合）を可能とし、(4) 光源からの距離による出力光の減衰の防止（エッジライト型の場合）し、(5) しかも、導光板／レンズシート、又はレンズシート／レンズシート間での等厚干渉縞の防止することができる、レンズシート、面光源及び表示装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、請求項 1 の発明は、光透過性のある基材シートと、前記基材シートの表面に積層された光透過拡散層と、前記光透過拡散層の表面に積層されたレンズ配列層とを備えたレンズシートであって、前記基材シートは、凹凸の平均粗さ及び平均間隔が光源光スペクトルの最大波長未満である平滑な裏面を有し、前記光透過拡散層は、前記レンズ配列層と屈折率が異なり、凹凸の平均粗さ及び平均間隔が光源光スペクトルの最大波長以上、 $200\mu\text{m}$  以下の微小凹凸群を表面に有し、前記レンズ配列層は、光透過性材料からなり、1 次元又は 2 次元に多数配列された凹状又は凸状のレンズ形状を表面に有することを特徴としている。

【0010】請求項 2 の発明は、請求項 1 に記載のレンズシートにおいて、前記基材シートは、高さが光源光の波長以上であって、 $200\mu\text{m}$  以下の微小突起を裏面に散在させたことを特徴としている。

【0011】請求項 3 の発明は、透光性平板又は直方体状の空洞からなる導光体と、前記導光体の側端面の少なくとも 1 側面以上に隣接して設けられた点状又は線状の光源と、前記導光体の表面に積層した前記請求項 1 又は請求項 2 に記載のレンズシートとを含むことを特徴としている。

【0012】請求項 4 の発明は、1 以上の点状又は線状の光源と、前記光源を包囲し、1 面を開口部とした光源収納部と、前記開口部を被覆する前記請求項 1 又は請求項 2 に記載のレンズシートとを含むことを特徴としてい

【0013】請求項 5 の発明は、透過型の表示素子と、前記表示素子の背面に設けられた前記請求項 3 又は請求項 4 に記載の面光源とを含むことを特徴としている。

【0014】

【作用】請求項 1 の発明によれば、まず、光源からの光を基材シートの裏面から入射させる。この基材シートの裏面は、凹凸の段差が光源光の最大波長以下の平滑な面であるので、レンズシートに入力する光の接線方向拡散、逸脱による損失（入力損失）を少なくすることができる。次いで、基材シートを透過した光を、光透過拡散層内に入力させ、均一に透過拡散させるので、輝度の拡散角内及び出光面内での分布の均一化を行うことができる。さらに、光透過拡散層によって透過拡散した後に、再び、光をレンズ配列層によって、所定の角度内に収束して出力させるので、光の拡散角を適切な角度内に集中的に収めることができる。従って、前述した従来の技術が有する課題①、③を解決することができる。また、光透過拡散層のもつヘイズによって、導光板裏面の光拡散ドットパターンの不可視性（エッジライト型の場合）を可能とし、さらに、光透過拡散層による空間的コヒーレンスの攪乱作用によって、2 枚以上のレンズシートを重ね合わせて使用する場合に、レンズシート間で発生する等厚干渉縞の不可視性をも可能とする。よって、前記④の課題も解決する。

【0015】請求項 2 の発明によれば、基材シートの裏面に、少くとも部分的には平滑な光入力面を残した状態で、スペーサとなる微小突起を離散的分布で設けているので、導光板とレンズシートとの光学的密着による一体化を防ぎ、また、レンズシートを重ねた場合のレンズシート間や、レンズシートと導光板間の微小空隙による等厚干渉を防ぐことができる。したがって、導光板の表面の全反射による導光板全面への均一面分布での出力光の配光及び等厚干渉縞の防止を行うことができ、従来の技術が有する課題②、④を解決することができる。また、この微小突起は、スペーサとはなるものの、光拡散効果は殆どなく、レンズシートへ入る前段階での光の散逸による損失は起こらない。よって、従来の面光源 100B の場合と異なり、目的（2）と目的（4）、（5）とを両立させて、達成することができる。

【0016】

【実施例】

（レンズシートの第 1 実施例）以下、図面などを参照しながら、実施例をあげて、さらに詳しく説明する。図 1 は、本発明によるレンズシートの第 1 実施例を示す斜視図である。第 1 実施例のレンズシート 10 は、透明基材シート 11 と、基材シート 11 の表面に積層された光透過拡散層 12 と、光透過拡散層 12 の表面に積層されたレンズ配列層 13 とを備えている。

【0017】透明基材シート 11 は、透光性基材から形成されており、透光性基材については、本出願人が

願した特開平 6-324205 号の〔0008〕,〔0009〕に説明してあるので、ここでは、詳しい説明を省略する。この実施例の透明基材シート 11 は、凹凸の平均粗さ（突起高さと谷間の高さとの標高差、段差） $\Delta z_1$  が光源光スペクトルの最大波長  $\lambda_{max}$  以下の表面粗さであるような、平滑な裏面（レンズ配列層 13 の反対側の面）11a を有している。この平均粗さ  $\Delta z_1$  は、通常の白色光源の場合であれば、約  $0.8 \mu m$  となる。凹凸の平均粗さ  $\Delta z_1$  は、凹部と凸部の標高差を平均化した指標によって評価することができ、例えば、JIS-B-0601 に基づいた規定による十点平均粗さ（ $R_z$ ）によって好適に評価できる。この段差  $\Delta z_1$  は、光源光スペクトルの最大波長  $\lambda_{max}$  を越えると、入射光の一部が拡散透過し、一部が拡散反射するので、レンズシート 10 に入る段階で入射光に損失を生じて好ましくない。なお、後述する外来光の波長  $\Lambda$  と区別するために、面光源の光源（例えば、図 12 の 43）の出力光の波長を小文字の  $\lambda$  で表記する。また、この裏面 11a の凹凸の平均間隔  $\Delta S_1$  も同様な理由から光源光スペクトルの最大波長以下とする。 $\Delta S_1$  は、例えば、ISO 規格の平均間隔  $S_m$  等によって評価する。このような  $\Delta z_1$  及び  $\Delta S_1$  は、公知のレンズ等の光学部品の精密仕上げ法を適用すれば得られる。

【0018】図 2 は、第 1 実施例に係るレンズシートの裏面の微小段差を説明した模式図である。図 2 (A) は、基材シート 11 の裏面 11a の凹凸段差  $\Delta z_1$  が光源光スペクトル最大波長  $\lambda_{max}$  より小の場合を示している。光源から伝播した光線 L は、導光板 41 の光拡散反射性ドットパターン 42a によって拡散反射され、それらのうち導光板表面に臨界角未満で入射する光線  $L_{21}$  ~ 光線  $L_{22}$  の範囲のものが、空隙 A を介して、基材シート 11 へ入射する。ここで、光線  $L_{21}$  は、導光板 41 表面の法線方向への反射成分を代表し、光線  $L_{22}$  は、同法線方向に対して斜方向への反射成分を代表する（但し、導光板 10 の表面へは、臨界角未満で入射する）。これらの入射光  $L_{21}$  ~  $L_{22}$  のうち一部が透過光  $L_{21T}$ 、 $L_{22T}$  となり、レンズ配列層 13 の方向に伝達されて、有効利用される。また、基材シート 11 の裏面 11a において反射された光線  $L_{22R}$  も、その一部が光線  $L_{22R'}$  →  $L_{22R'T}$  となって、レンズ配列層 13 の方向に送られる。

【0019】図 2 (B) は、基材シート 11 の裏面 11a の凹凸段差  $\Delta z_1$  が光源光スペクトル最大波長  $\lambda_{max}$  よりも大の場合を示している。図 2 (A) と比較して、導光板 41 の表面、及び基材シート 11 の裏面に殆ど平行に近い方向に、拡散透過又は拡散反射する光線  $L_{LOSS}$  が生じる。この光線  $L_{LOSS}$  は、上部のレンズ配列層 13 の方向へは届かずに、散逸してしまい、光源光のエネルギーの損失となる。すなわち、レンズシートに入力

(B) の場合は、当然、面光源全体として、出力光エネルギー又は光線輝度  $I_N$  も減少するので、好しくない。

【0020】光透過拡散層 12 は、光を透過しながら拡散する層である。この光透過拡散層 12 に平行光線を入射した場合に、出射光線は、所定の拡散角（半値角等によって評価する）に拡がる。光透過拡散層 12 は、その表面には、凹凸の平均粗さ  $\Delta z_2$  及び平均間隔  $\Delta S_2$  が光源光スペクトルの最大波長  $\lambda_{max}$  以上の微小凹凸群 12a が形成されている。また、この光透過拡散層 12 は、その屈折率が隣接するレンズ配列層 13 の屈折率と異なり、光透過拡散層 12 とレンズ配列層 13 とが光学的に一体せず、両層界面に、凹凸が形成されるようにしてある。

【0021】この場合に、(a) 光透過拡散層 12 の全体を同一の物質によって形成し、表面の微小凹凸群 12a としてもよいし、(b) 光透過拡散層 12 の中に、透明な微粒子を分散させて、表面に凹凸を形成してもよい。(c) あるいは、基材シート表面に微小凹凸群を直接形成することもできる。(a) の場合には、光透過拡散性層 12 の材料としては、アクリル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリエステル、エポキシ、ポリウレタン、ペルオキン構造ポリタングステン酸等の樹脂の中から、レンズ配列層 13 と異なる屈折率のものを選択する。レンズ配列層 13 と光透過拡散層 12 との屈折率の差は、両層に十分に拡散機能を発現する光学的界面（不連続面）を形成するためには、0.1 以上、より好ましくは 0.2 以上とすることがよい。例えば、レンズ配列層 13 として、屈折率 1.49 のアクリル樹脂を使用した場合には、光透過拡散層 12 としては、屈折率 1.60 のポリカーボネート、ポリスチレン、エポキシ等が好適に用いられる。凹凸の形成法としては、光透過拡散層 12 を基材シート 11 上に一旦塗装又は貼合わせた後に、公知の熱プレスによるエンボス法によりエンボス成形する方法、又は、特開平 6-324205 号の〔0010〕に記載した方法などが好適に用いられる。また、光透過拡散層 12 とレンズ配列層 13 との屈折率の差を大きく取れない場合には、光透過拡散層 12 とレンズ配列層 13 との間に高屈折率又は低屈折率の物質の透明な層を形成するとよい。このような高屈折率の物質としては、2 酸化チタン（屈折率 2.5）、2 酸化セリウム（屈折率 2.3）等があり、低屈折率の物質としては、フッ化マグネシウム（屈折率 1.38）、水晶石（屈折率 1.35）等がある。これらの層は、光透過拡散層 12 又はレンズ配列層 13 上に真空蒸着、スパッタリング等により形成することができる。

【0022】(b) の場合には、屈折率がレンズ配列層 13 の屈折率と異なる透明物質の微粒子を分散させる。微粒子の形状は、球、回転楕円体、多角形、鱗片状薄片などのものが使用できる。粒径子の粒径は、表面の微小凹凸群 12a の平均粗さ  $\Delta z_2$  と同程度であり、下階層

は光源光スペクトルの最大波長（通常の白色光源の場合は、約  $0.8 \mu\text{m}$ ）程度が好ましい。また、上限値は、大体  $100 \mu\text{m}$  程度、より好しくは  $60 \mu\text{m}$  である。微粒子の材料としては、アクリル、ポリカーボネート、ポリスチレン、エポキシ、ポリエステル等の樹脂、硝子、炭酸カルシウム、シリカ（ $\text{SiO}_2$ ）、アルナミ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）、水晶石（ $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ ）、フッ化マグネシウム（ $\text{MgF}_2$ ）、雲母等の中実粒子、又は、樹脂、硝子、シラス等の中実粒子などを用いることができる。この微粒子は、これらの中からレンズ配列層 13 の屈折率と異なるものを選ぶようにする。この場合にも、微粒子の屈折率がレンズ配列層 13 の屈折率と、0.1 以上、より好しくは 0.2 以上異なるものを用いることが好ましいのは、(a) の場合と同様である。(b) の場合には、光透過拡散性層 12 のうち分散媒体（バインダー）の屈折率は、レンズ配列層 12 と同じであってもよいが、より効率よく光拡散透過を行うためには、分散媒体も微粒子と同様に、レンズ配列層 13 と異なるものを用いることが好ましい。

【0023】この微小凹凸群 12a は、レンズシート 10 に入射した光線を、透過拡散させることにより、レンズシート 10 から出力される光の拡散角内での出力光輝度の角度分布を均一（等方的）にし、また、出光面内での出力光の分布を均一（一様）にし、加えて、そのヘイズ（曇り）によって、導光板 41 の裏面の光拡散反射性ドットパターンを不可視化する。この微小凹凸群 12a の平均粗さ  $\Delta z_2$  及び平均間隔  $\Delta S_2$  も、前述した  $\Delta z_1$ 、 $\Delta S_1$  と同様にして、平均化して評価するが、JIS-B-0601 に規定された十点平均粗さ（ $R_z$ ）等、ISO 規格の平均間隔  $S_m$  によって好適に評価できる。この  $\Delta z_2$ 、 $\Delta S_2$  は、光源光スペクトルの最大波長  $\lambda_{\text{max}}$  以上とすることが好ましい。 $\lambda_{\text{max}}$  未満であると、凹凸による光の拡散効果によるヘイズ及びコヒーレンスの低下（位相の攪乱）効果がなくなる。また、上限値は、光拡散効果上は特に存在しないが、大き過ぎると、出力光の面内分布の均一性が悪く（粗く）なり、出力光に輝点やムラが目立つようになるために、通常最大  $200 \mu\text{m}$  程度以下で用いることが望ましい。微小凹凸群 12a の凹凸形状としては、砂目、梨地等のランダム等方的なものでもよいし、蠅の目レンズ、2 次元配列の角錐レンズアレイ等の所定の角度内に光を均一拡散する微小レンズ配列を用いることもできる。微小凹凸群 12a の凸部同士（又は凹部同士）の平均間隔  $\Delta S_2$  は、平均粗さ  $\Delta z_2$  と同程度にすることが、光の透過拡散性の点及び出力光の均一性の点から好ましい。この間隔についての上限、下限の理由も平均粗さと同様である。凹部（又は凸部）同士の間は、平均化して評価する。指標としては、例えば、JIS B 0601 規定された  $S_m$  によって好適に評価できる。また、この微小凹凸群の段差（又は光透過率）の平均化は、ヘイズ（JIS B

7015）と全光線透過率（JIS K 7105）が適しており、ヘイズが 5 から 80 % かつ全光線透過率が 80 % 以上が好ましい。ここで、ヘイズが 5 % 未満では、光拡散効果がなくなり、導光板の光拡散ドットパターンの不可視性もなくなる。また、透過光の空間的コヒーレンスを低下させ、等厚干渉縞を消失させる効果もなくなる。一方、ヘイズが 80 % を越えると、透過光の拡散角が広くなり過ぎて、出力光の所定角度内の輝度が著しく低下する。

【0024】レンズ配列層 13 は、光透過性材料からなり、1 次元又は 2 次元に多数配列された凹状又は凸状のレンズ形状 13a（単位レンズ）を表面に有している。レンズ形状 13a としては、光透過拡散層 12 を出た光を、所望の拡散角内に収束させることができ、さらに必要であれば、出力光を所望の方向に偏向させることができるものであれば、特に限定されない。

【0025】図 3 は、第 1 実施例に係るレンズシート 10 のレンズ配列層の例を示した斜視図である。単位レンズ 13a は、図 3 (A)、(B)、(E)、(F)、(H) のような凸レンズの配列、図 3 (D) のような凹レンズの配列、又は、図 3 (C) のような凹レンズと凸レンズの混成配列のいずれでもよい。また、単位レンズ 13a は、図 3 (A) ～ (F)、(H) のように、1 次元又は 2 次元に配列してもよいし、或いは、図 3 (G) のように、非周期的に配列してもよい。

【0026】単位レンズ 13a は、出力光の輝度のピークを出光面の法線方向にする場合には、図 3 (A) ～ (G) のように、左右対称な配列を用いることが好ましい。また、単位レンズ 13a は、出力光のピークを出光面に対して傾ける場合には、図 3 (H) のように、左右非対称配列を用いることが好ましい。レンズ配列の製造方法については、特開平 6-324205 号の【0010】に説明されているので、詳しい説明は省略する。

【0027】単位レンズ 13a は、その周期（又はレンズ間隔）及び凹部と凸部の段差が小さ過ぎると、レンズとしての収束又は偏向作用がなくなったり、回折格子としての分光効果が現れるので、不適切である。また、それらが大き過ぎると、レンズ形状が目立ち、面光源に表示装置を載せた場合に、その表示装置の画素とのモアレ縞を起こしやすくなるので、不適切である。従って、通常用いられる範囲は、段差、周期（又はレンズ間隔）が共に  $10 \sim 200 \mu\text{m}$  程度が好適である。

【0028】レンズ配列層 13 の材料は、特開平 6-324205 号の【0008】に説明されているので、詳しい説明は省略する。

【0029】なお、導光板 41 の光拡散ドットパターン 42a については、特開平 6-109925 号の【0015】、図 2 又は特開平 6-324205 号の【0023】の④等に説明されているので、詳しい説明は省略する。

【0030】（第2実施例のレンズシート）図4、図5は、本発明によるレンズシートの第2実施例を表側又は裏側から見た斜視図である。第2実施例のレンズシート10Bは、基材シート11の裏面11aに微小突起11bが形成されている。

【0031】この微小突起11bは、光拡散のためではなく、導光板41又は下に重ねたレンズとの間に、適度な間隙の空気層を作り、等厚干渉縞の発生又はレンズシート10Bと導光板41との光学密着一体化を防止するためのものである。但し、直下型面光源に用いる場合、又は、エッジライト型面光源に用いる場合であっても、レンズシート1枚のみをレンズ配列層13が導光板41側を向くように配置する場合や、あるいは、レンズシート10Bが厚く、積層が少ないものを用いて、レンズシート10の周縁のみをスペーサによって固定する場合には、無くてもよい。

【0032】この微小突起11bは、4角柱、3角柱、6角柱、円柱（又は楕円柱）などの柱状〔図5（B）～（E）〕であっても、4角錐台、3角錐台、6角錐台、円錐台（又は楕円錐台）などの錐台状〔図5（F）～（I）〕であってもよい。

【0033】微小突起11bの底面の寸法（通常は半径又は対角線長で評価）は、スペーサとしての最低限の強度を確保するためには、その高さHにもよるが $1\mu\text{m}$ 以上必要である。また、 $125\mu\text{m}$ 以上、特に $500\mu\text{m}$ を越えると微小突起が目視可能となったり、液晶表示素子への利用では、その画素とのモアレ縞が生じやすくなるため好ましくない。

【0034】上記のような寸法の微小突起11bのレンズシート面での二次元分布は、ランダム分布が好ましい。もしも、微小突起が周期的に配列していると、微小突起とレンズシートの反対面に有するレンズ配列層13の単位レンズ13a（殆どの場合、周期的配列をしている）とが、必ずある周期で重なりあうために、モアレ縞となって現れてしまう。また、このようなレンズ配列層13を構成する単位レンズ13aの配列周期以外にも、カラー液晶表示素子のバックライトとして使用する場合には、表示素子の画素の配列周期とも干渉してモアレ縞が現れやすい。従って、微小突起の配列は、非周期化することによりモアレ縞の発生が防止される。

【0035】しかし、モアレ縞は、以上のように微小突起11bの配列をランダム化しても、各微小突起11bの多角柱の形状が同一で向きが揃っていると、各微小突起の同種（例えば、台形ならば上底同士）の各側面が全て同一の方向を向いているために、これら同一向きの微小な側面が集合して、あたかも大きな仮想的側面を形成するようになる。この仮想的側面は、微小突起がランダム配列をしているから、周期性はないが、レンズ配列を構成する単位レンズが有する面とが干渉して、モアレ縞が発生する。モアレ縞は、従って、単位レンズを構成する

面と、微小突起の有する側面とを、或る一定の関係にすることが好ましい。

【0036】図6は、このモアレ縞の発生防止を説明する図である。例えば、図6（a）のように、レンズシート10のレンズ配列層13は、三角柱レンズの単位レンズ13aから構成される場合を考えてみる。レンズシート10の出射面は、X-Y平面に平行な面であり、これを水平面とする。なお、出射面に垂直な法線方向はZ軸方向（図示せず）である。単位レンズ13aを構成する面は、山谷を成す斜面13a-1であるが、この面（斜面）と水平面との交わる交線と、X軸とは平行な線となる（X軸が交線と平行になるように座標軸をとってある）。なお、厳密には、斜面は有限な面であり、水平面もZ軸座標の取り方により多数あり、斜面と水平面とは条件次第で交わらないが、ここでの交線とは前記面（斜面）を延長して水平面と交わる線の意味である。もちろん、三角柱な単位レンズで、それを一次元方向に配列した場合には、交線は一種のみであるが、四角錐等の他の種類の単位レンズを二次元方向に配列した場合は、単位レンズを構成する面から導出される交線は、二種類以上の場合もあり、それらの交線が直交しない場合もある。

【0037】次に、図6（b）は、三角柱レンズの単位レンズ13aから導出される交線を基準した、X-Y座標軸に対して、微小突起群11bから導出される一つ交線をX'軸として、直行系のX'-Y'座標軸を重ね合わせたものである。各微小突起11b（ここでは、直方体）の向きは、全て揃っていて、それらの側面とレンズシート10の水平面との交線は、二種類あり直交し、X'軸に平行な交線と、Y'軸に平行な交線である。このX'軸と先のX軸とは、角度 $\alpha$ をなしている。なお、微小突起は、多数散々しており、それらの多数の側面とレンズシートの水平面との交線も多数あるが、微小突起の向きが揃っているので、交線の方で代表して直方体の場合は直交する交線の二種類となる。

【0038】X軸とX'軸のなす角度 $\alpha$ がゼロであれば、平行となりモアレ縞が発生しやすい。しかし、このような単位レンズから導出される交線と微小突起から導出される交線とを $5^\circ$ を越えて離すように、双方の配置をとればモアレ縞は防止できる。すなわち、直方体の場合に、角度 $\alpha$ が時計回り（右回り）で、 $5\sim 85^\circ$ の範囲、より好ましくは $10\sim 80^\circ$ の範囲であれば、モアレ縞の発生は効果的に防止できる。また、角度 $\alpha$ は、反時計回りで、 $-5\sim -85^\circ$ 、より好ましくは $-10\sim -80^\circ$ の範囲でもよい。直方体の場合に、 $85^\circ$ を越えると、注目する側面から導出される交線についての角度は、さらに大きくなるが、隣接する側面（前記側面に対して $90^\circ$ をなす）との関係が、平行関係に近くなり、隣接する側面との関係でモアレ縞が発生し易くなる。このように、多角柱の側面との関係で、平行から $5^\circ$ を越えて離すように、モアレ縞の発生は防止できる。



【0039】なお、微小突起が例えば直方体からなり、各直方体の注目した同種の側面とレンズシートの水平面との交線と、単位レンズの面と前記水平線との交線とが、上記のように $5^\circ$ を越えたある角度に規定する際に、配置する全ての微小突起（この場合直方体）の向きを全て揃える必要はない。例えば、全微小突起の1%の数が水平であったとしても、それらが、隣接した部分に集合していなければ、モアレ縞の発生の起因となる平行関係を定義する程の強度を持たないからである。この意味で、各直方体の側面から導出される交線と単位レンズから導出される交線とが互いに非平行であるとする、

「各直方体」の意味は、必ずしも配置した全ての直方体が非平行関係を有することに限定されるものではなく、配置した直方体の一部には、平行関係があっても大勢として非平行関係があるとの意味の包含する。

【0040】この微小突起としては、直方体以外にも多角柱でもよいが、以上の説明で対象とした直方体の場合に、その側面は互いに $90^\circ$ をなしているので、 $90^\circ$ 回転する毎に同様な状況となる。しかし、直方体の場合に、その対向する側面同士が平行であるので、モアレ縞発生防止において、考慮する交線は互いに直交する二種類の交線のみである。しかし、直方体以外の多角柱、例えば、三角柱であれば、考慮する交線は三種類、五角柱の場合は五種類と、いずれも直方体の場合よりも多くなる。従って、モアレ縞が発生する条件は多くなり、設計の自由度が減少する。勿論、四角柱であっても、隣接する側面同士が直角でない、自由四角柱では、考慮する交線は四種類と多くなり、この点で、対向する側面が平行な、底面が平行四辺形や、菱形からなる四角柱でも、モアレ縞の発生を、直方体と同等に防止することができる。しかし、製造の容易さの点からは、これらの平行四辺形や菱形からなる四角柱よりも、直方体の方が優れている。なお、側面から導出される交線が直線を成さない場合として、 $n$ を無限大とした $n$ 角柱、すなわち側面が曲面からなる円柱、楕円柱等があるが、この場合、上記直方体に対して、例えば、微小突起群の作製するための原版フィルムをスキャナー等の平行なスキニング方式で行うと、突起が微小であるために、スキニングラインと平行又は直角でない側面を形成する円形等の輪郭にギザができて、本来の円柱の滑らかな側面ができない。

【0041】なお、微小突起をランダムに配置する方法としては、レンズシートの全面に相当する所定面積のX、Y平面内に、乱数を用いて微小突起を配置するX、Y座標を発生させればよい。図7(a)で、22は、このようにして得られた微小突起11bを形成すべきランダムな座標点である。ここで、それぞれの座標点22同士の中には、隣接しすぎて、その座標に有限な大きさを有する微小突起を配置すると、図8(a)のように、微小突起同士が接触して重複部分23ができることもあり得

ための仮想的な線である。このような場合に、そのままの重なった形状とすると、微小突起が大きくなり、目視可能になることもあり得る。このため、一つの解決法として、図8（b）のように、重複部分の微小突起の高さHは、ゼロとすることが好ましい。このようにして、隣接して重複した微小突起同士が融合して、微小突起の頭頂部が広くなることを防止できる。それによって、微小突起同士が重複しても、微小突起が大きくなって目視可能となることを防止できる。図7（b）は、重複部分がそのままの状態を、図7（c）は、上記のように処理して、重複部分の高さHをゼロとした状態の微小突起群を示す。

【0042】なお、前記した各微小突起と構成面と単位レンズの構成面との関係で発生するモアレ縞は、各微小突起を配置する際に、全て同じ向きに配置するために、各微小突起のなす側面が全て揃って、認識可能な交線を定義してしまい、この交線と単位レンズの成す面から導出される交線との関係が発生することに起因する。しかし、各微小突起が全て同一形状であっても、各微小突起を配置する際に、ランダムな向きに配置させれば、すなわち、図6（b）では、各微小突起は全て同一の向きであったが、X-Y平面に対して垂直方向のZ軸方向を回転軸としてランダムに回転させて配置すれば、各微小突起の側面がなす面から得られる交線は、それぞれ分散された任意の角度を有し、特定の角度に定義された交線は無くなり、このようにしても、モアレ縞発生を防止できる。しかし、レンズシートの製造上の容易さの点からは、先の同一の向きにする方が良い。

【0043】この点では、円柱、楕円柱等が優れている。しかし、前述したように、滑らかな曲面を持った側面の製造上の難しさがある。また、ランダムに配置する際に、隣接する微小突起同士が重なった場合の対策の一例として上記し高さHをゼロとする方法では、接触部分に鋭角的な断面形状ができ、これもまた製造上の難しさとなる。ただし、高さHをゼロとする方法をとらず、乱数によって得る、微小突起を配置するX、Y座標のX座標値及びY座標値を、円柱であれば、その直径Dよりも大きいキザミで乱数を発生させれば（キザミ以下の桁等の値部分は丸める）、得られるランダム座標点同士は、必ず直径Dよりも離れているので、これら座標点に微小突起を配置しても、重なることは皆無である。また、この方法の延長として、キザミを意識的に、より大きくしておいて最小隣接距離を調整することもできる。

【0044】また、微小突起の分布密度は、レンズシートが撓んで等厚干渉縞ができない程度であり、また、レンズシートにある程度の剛直性があっても、下側となる導光板やレンズシートとの間で均一な間隔が確保でき、間隔の微妙な差によって、やはり等厚干渉縞ができない程度に、適宜、設定する。微小突起の断面積をゼロと見立てた場合の分布密度、即ち微小突起を配置する

個数的な分布密度は、特に、2枚のレンズシートを重ね合わせて使用する場合に、上側のレンズシート裏面の微小突起の隣接する突起間の平均距離 $d$ を、下側のレンズシート表面の単位レンズの繰返し周期 $p$ の2倍以下、すなわち、 $d < 2p$ とすることが好ましい。このように設計することにより、互いに接触支持される上側レンズシート裏面の微小突起11bと下側レンズシート表面の単位レンズ13aとの支持接点間が撓んで、上下レンズシート間の間隔が不均一となって等厚干渉縞がでたり、上下レンズシート間隔が光源光の波長未満となることを防止できる。平均距離 $d$ は、より好ましくは、 $d < 0.5p$ である。

【0045】一方、微小突起の断面積を有限のものとして評価した場合に、レンズシートが撓んでも等厚干渉縞を防止し得る分布密度としては、レンズシート10と導光板41とが対面している全面積 $S_t$ に対する、前記突起部の断面積の総和 $S_p$ の面積割合 $S_r$  ( $= S_p / S_t \times 100$ )で0.01~60%程度が好ましい。スペーサ的な機能としては、最小限で機能することが好ましいが、レンズシートの撓みの点からは、ある程度必要であり、また、後述する導光板と組み合わせて面光源とする場合に、輝度の面分布の均一化のためにも、ある程度は必要である。

【0046】輝度の面内分布に関係する要因を考えるには、上記する面積割合 $S_r$ と逆関係にある面積比率 $R$ を用いて説明する。微小突起11bが導光板41の表面と密着せず、かつ、波長以上の間隔のある空隙9の部分の面積の総和 $S_a$ が、レンズシート10と導光板41とが対面している全面積 $S_t$ に対する割合として、面積比率 $R$  [%]は次式によって表される。

$$R = S_a / S_t \times 100$$

従って、面積比率 $R$ は、面積割合 $S_r$ と $R + S_r = 100$ の関係がある。この面積比率 $R$ は、要求される面内での輝度の均一性、光エネルギーの利用効率、導光板の寸法等により決定されるが、通常、面積比率 $R$ は80%以上、より好ましくは90%以上とすることが必要である。

【0047】この理由としては、共に表面粗さが光の波長以下の平滑な導光板の表面とレンズシート10の表面（裏面）とを密着させた場合に、光源から導光板に入射する入力光のうち大部分が、光源側の側端部から距離 $y$ までに至る領域部分で全反射することなく放出され（導光板表面には、臨界角以上で入射してもその部分では全反射されず単位レンズに光は進入してしまうため）、 $y$ より遠い所では急激に輝度が低下して暗くなってしまう。そして、発光部の長さ $y$ の導光板の光伝播方向の全

$$\Delta z_3 \geq \lambda_{\max} / 2 \Delta \theta^2$$

また、この微小突起11bは、1次元的及び2次元的配列が非周期的であり、微小突起11bの幅 $\Delta x$ は、式

$$\Delta x < 500 \dots \dots$$

長 $Y$ に対する百分率は、実際に測定すると10~20%となる。従って、光源から導光板に入射された光エネルギー量を全長 $Y$ に均等に分配するためには、導光板表面の長さ $y$ の領域部分で大部分、すなわち約100%の光が放出されてしまうので、長さ $y$ の領域部分に来る入射光のうち10~20%は透過させて放出し、残りの90~80%の光を全反射させる必要がある。ここで、概ね、

$$(\text{全反射光量} / \text{全入射光量}) \approx S_a / S_t = R$$

で近似されることから、 $R$ は、80~90% ( $S_r = 10 \sim 20\%$ )の範囲が必要である。そして、 $y$ より遠方の所でも同様に近似できるので、 $R$ は80~90%が必要である点は、全長にわたって適用できる。但し、 $R$ が100% ( $S_r$ が0%)に近くなり過ぎると、前記したようにレンズシートの撓みにより、微小突起群の間隔が、光の波長以上に保てなくなり好ましくない。そのために、 $R$ の上限は99.99%以下 ( $S_r \geq 0.01\%$ )にするとよい。また、以上に加えて本発明において、最も重要な設計思想の1つであるレンズシート裏面に入射する光が拡散反射（又は透過）により面光源の出光面の接線方向に逸脱して損失することを、最大限防止することが必要である。この点からは、 $S_r$ は少い程よいことになる。よって、以上述べた輝度の面内分布の均一化、或いは、等厚干渉防止の条件を満たす範囲内で最小限になるように設計することが好ましい。

【0048】以上のような特定の微小突起群をレンズシートの片面に設けることによって、視野角外に出射する光線が増加して輝度が低下することなく、等厚干渉縞やモアレ縞を防止した、また、導光板全面にわたって均一な面分布で出力光を分配できる優れたレンズシートとすることができる。

【0049】次に、この微小突起11bによって、等厚干渉縞の発生を抑制できる条件及びその理由を詳しく説明する。図9は、第2実施例に係るレンズシートの微小突起の原理を説明する模式図である。なお、ここでは、レンズシート10、10（基材シート11とレンズ配列層13）間にできる等厚干渉縞を例にして説明するが、レンズシート10（基材シート11）と導光板41の場合にも同様に適用できる。微小突起11bの高さ $\Delta z_3$ は、このレンズシート10Bを観察する光源の可視光スペクトルの最長波長を $\lambda_{\max}$ 、観察者からこのレンズシート10B面上の反射面を通して前記光源を見た場合のその光源の角半径を $\Delta \theta$ としたときに、式（1）の条件を満たしている。なお、面光源の光源の波長 $\lambda$ と区別するために、大文字の $\Lambda$ を使用する。

$$\dots (1)$$

（2）の条件を満たしている。

$$\dots (2)$$



【0050】さらに、相隣り合う各微小突起11bの平均距離dが、単位レンズ13aの周期Pに対して式

$$d < 2P$$

【0051】ここでは、レンズシート10B-1、10B-2のように、同じ構造のものを単位レンズ13aの稜線が直交するように2枚積層して使用する例を挙げて説明する。

【0052】つぎに、レンズシート10B-1の裏面に形成された微小突起11bの高さと、レンズシート10B-1、10B-2の積層面における等厚干渉縞の消失条件について説明する。図9に示すように、表面側のレンズシート10B-1の裏面に微小突起11bを設けて、レンズシート10B-1とレンズシート10B-2との間の空隙 $H_{(x)}$ を増大させ、以て界面 $S_1$ で反射する光線 $L_1$ と、界面 $S_2$ で反射する光線 $L_2$ との干渉

$$H_{(x)} = h_{(x)} + \Delta h$$

ここで、 $\Delta h > 0$ であるから、 $0 \leq h_{(x)}$ であっても

$$H_{(x)} \geq \Delta h > 0$$

となり、 $H_{(x)}$ は0に漸近しなくなる。

【0054】等厚干渉縞は、空隙部の厚さHが大きくなるに従って消失して行く。よって、Hの増大によって等厚干渉縞の消失されるHの下限値を求め、これを式

(5)に代入したものが、微小突起11bの周辺部の等厚干渉縞の消失条件である。

【0055】以下、この条件を算出する。「波動光学」

$$\Delta \theta \ll (\lambda / 2H)^{1/2}$$

であれば、等厚干渉縞が認められることが知られている。よって、式(6)より、等厚干渉縞が目視不可能な

$$H_{(x)} \geq \lambda / 2 \Delta \theta^2$$

となる。式(7)を式(5)に代入すると、微小突起1

$$\Delta h \geq \lambda / 2 \Delta \theta^2 \quad [\mu m]$$

であればよいことが導出される。

【0056】以上は、単色光光源の場合であるが、通常使用される発光スペクトル分布を持つ光源については、式(8)は $\lambda$ に正比例するために、光源スペクトル( $\lambda$

$$\Delta h \geq \lambda_{\max} / 2 \Delta \theta^2 \quad [\mu m]$$

がスペクトル分布を持つ光源についての微小突起11bの高さの条件となる。

【0057】いま、式(1)の具体的数値を求めると、外部光源7として $0.38 \mu m \leq \lambda \leq 0.78 \mu m$ の白色光を用いてレンズシート10Bの表面を観察するとし、また、その外部光源7の角半径を通常屋内照明又は

$$\Delta h \geq 12.5 \quad [\mu m]$$

を得る。なお、 $\Delta h$ の上限は、本来、光学密着防止という観点からは制約はない。しかし、 $\Delta h$ が大き過ぎると、レンズシートが撓みやすくなったり、また、面光源に組み立てた場合に、厚さが厚くなったり、突起が目視されやすくなったりする。そのために、通常は、 $200 \mu m$ 以下にすることが好ましい。

【0058】当 式(9)、式(1)、式(2)は、具

(3)の条件を満たしている。

…(3)

による等厚干渉縞(Newton環の上位概念)の発生を抑制するものである。

【0053】このとき、等厚干渉縞としては、全等厚干渉縞は、微小突起11bの等厚干渉縞と、微小突起11b以外(周辺部)の等厚干渉縞とが重なり合ったものであることを考慮する必要である。これらのうち、微小突起11b以外(周辺部)の等厚干渉縞についてであるが、その場合の空隙層(空気層)の厚さ $H_{(x)}$ は、微小突起11bの存在のために、レンズシート10B-1及び4-2を直接接触積層させた場合の厚さ $h_{(x)}$ と微小突起11bの高さ $\Delta h$ との和になる。即ち、

…(4)

(即ち、 $h_{(x)} \rightarrow 0$ となり0に漸近しても)

…(5)

(久保田広著、岩波書店発行、1975年8月30日第4刷発行)第87~89頁によれば、光源が空間的広がりを持つ場合に、観察者から反射面 $S_1$ 、 $S_2$ を通して見た(レンズシート10Bを外部から観察する)外部光源7の角半径を $\Delta \theta$  [ラジアン]、光源光の波長を $\lambda$  [ $\mu m$ ]、空隙の厚みをH [ $\mu m$ ]とするとときに、

…(6)

条件(干渉縞を生じない条件)を $H_{(x)}$ について求めると、

…(7)

1bの高さ $\Delta h$ は、

…(8)

$\lambda_{\min} \leq \lambda \leq \lambda_{\max}$  )のうちで、スペクトル分布の上限値 $\lambda_{\max}$ が式(8)を満たせば、残りの $\lambda$ は総て式(8)を満たすと言える。従って、

…(1)

窓からの自然光によって、 $10^\circ \leq \Delta \theta \leq 120^\circ$ 、即ち $0.175 \text{ [rad]} \leq \Delta \theta \leq 2.094 \text{ [rad]}$ とすると、式(1)より式(1)の右边が最も少ない、 $\Delta \theta = 0.175 \text{ [rad]}$ 、及び $\lambda_{\max} = 0.78 \text{ [\mu m]}$ に対応する値として、

…(9)

低限の必要条件であるが、その他下記条件が付加される。即ち、レンズシート10Bが完全剛体と見做せる物体からなる場合には、最低、同一直線上にない(3角形の頂点をなす)3点の突起で支持すれば足りる。しかし、レンズシート10Bが例えば合成樹脂でできた薄く可撓性のある物体からなる場合は、微小突起11b間の距離が離れ過ぎる。微小突起11bの間隔でレンズシ

ート10Bが撓み、 $h_{(x)}$  更には、 $H_{(x)}$  が式(8)、式(1)、式(9)及び式(5)の条件を満たさなくなる。

【0059】そこで、この場合には、撓みを生じて、常に式(8)、式(1)、式(9)及び式(5)の条件が満たされるように、十分な密度により裏面の微小突起11bを設ける。この微小突起11bの密度の目安とし

$$d < P$$

ここで、図10を参照して、式(3)の条件についてさらに説明する。簡単のために、微小突起11bのうちで、最寄りの3点A、B、Cが正三角形 $\triangle ABC$ をなし、レンズシート10Bが単位レンズ13aの線型(1次元)配列だけであるとした場合には、図10(A)、

(B)に示すように、2つの微小突起間の距離 $AB = \text{距離} BC = \text{距離} CA = 2P$ のときに、微小突起A、Bが単位レンズ13a-1、13a-3に接すると、y軸方向のみに着目すると、確かに微小突起A、Bの間には微小突起と接しない単位レンズ13a-2が存在するように見える。しかし、2次元的にみれば、単位レンズ13a-2はy軸方向に離れた微小突起Cによって支持されている。このようにすれば、総ての単位レンズ13aはもれなく微小突起13bによって、図10(C)、

(D)に示すように、3点支持の集合体により支持されるので、レンズシート10B-1と4-2との撓みによる接触は最低限に抑えられる。また、実験的にも、 $d = 2P$ を境として、 $d$ が $P$ を越えると、 $\Delta h$ 、 $\Delta y$ がそれぞれ式(1)、式(2)の条件を満たしても、等厚干渉縞が目視され始まることが確認されている。よって、前述した式(3)の条件を得る。このようにすれば、大略総ての単位レンズ13aの2個毎に1箇所の微小突起11bによって支持されることになり、撓みの影響はなくなる。但し、平均距離 $d$ が余り小さくなり、微小突起

$$\Delta y \leq 100 \mu m$$

【0062】なお、この微小突起11bは、無色透明であることが好ましく、その製法もレンズシート10Bの裏面への熱プレスによるエンボス(型押)加工、サンドブラスト加工などの機械的加工、透明樹脂の注型(キャスティング)法、透

【0063】(導光板)導光板41の光反射層の反対面は平面であり、表面粗さ(JIS-B-0601の十点平均粗さ $R_z$ 等で計測される)は、光源光の波長以下に仕上げる。通常光源は可視光線であり、その波長は0.4~0.8 $\mu m$ であるから、表面粗さは0.4 $\mu m$ 以下とする。この程度の粗さに仕上げる方法としては公知の手法、例えば鏡面板での熱プレス、鏡面性の形を用いた射出成形、注型(キャスティング)成形、光学レンズ等で行われている精密研磨等を用いれば良い。

【0064】導光板41の材料としては、前述したレンズシートの材料と同様の透光性材料の中から選択する。

通常は、ポリカーボネートの樹脂が用いられる。導光板

ては、一般的には、下側のレンズシート10B-2の単位レンズ13aの周期 $P$ の2倍以下、更に好ましくは $1/2$ 以下の周期により2次元的に分布させるようにする。つまり、相隣り合う微小突起11b、11bの平均距離 $d$ が、単位レンズ13aの周期 $P$ に対して式(3)の条件を満たすようにすればよい。

$$\dots (3)$$

11bが密集し過ぎると、放出光の拡散角が広がり過ぎるために、適当な範囲を選ぶことが好ましい。

【0060】次に、微小突起11bの等厚干渉縞について説明する。微小突起11bの近傍では $H_{(x)} \rightarrow 0$ (収束)するために、等厚干渉縞は不可避である。これを事実上回避するための手段としては、微小突起11bの分布に、1次元的にも2次元的にも周期を持たせず乱雑に配置させ、かつ、微小突起11bの幅 $\Delta X$ を目視不能な大きさに形成することである。このようにすることにより、等厚干渉縞が発生しても、それは微小突起11bの領域内にのみ局在するために、それ自体は目視されない。

【0061】しかし、もし、微小突起11bが周期的に配列していると、微小突起11bと単位レンズ13aとは、必ずある周期で接触するために、遠方から観察すると、微小突起11bの微小干渉縞が積算されて、干渉縞として目視されることになる。微小突起11bの配列は、非周期的とすることにより、微視的な微小突起11bの干渉縞は、遠方から観察すると明暗が乱雑に積算されて零となり、目視されなくなる。そこで、微小突起11bの幅 $\Delta X$ としては、通常100 $\mu m$ 以下程度とすれば、実用上目的は達せられる。すなわち、式(2)を満たせばよいことになる。

$$\dots (2)$$

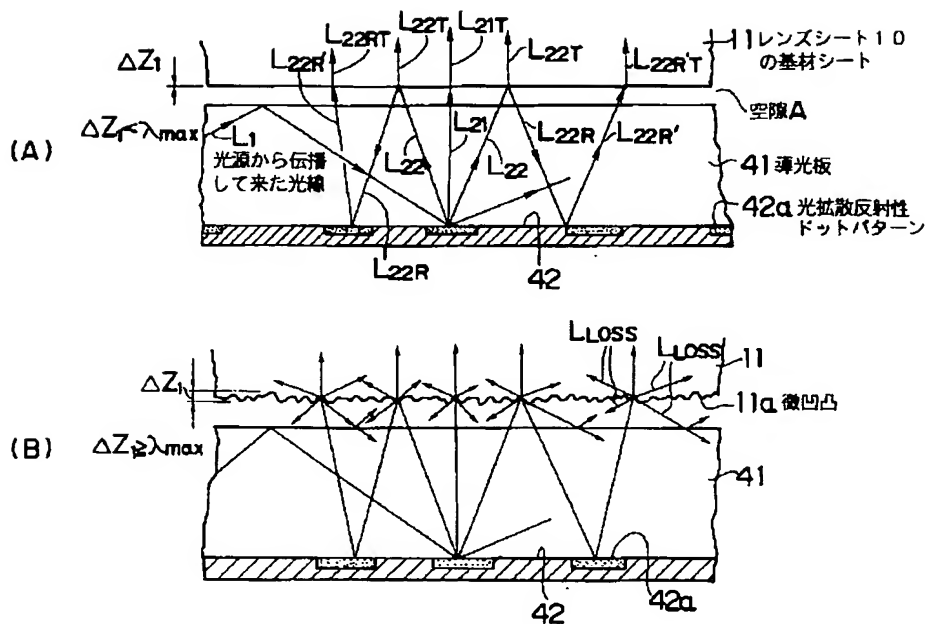
の厚みは、通常1~10mm程度のものが用いられる。

【0065】(直下型の面光源の実施例)図11は、本発明による面光源の第1の実施例(直下型)を示した断面図である。面光源51は、ケース31内に、蛍光灯などの線光源32が設けられた直下型のバックライト30の開口側に、図1のレンズシート10を配置したものである。光源32の光エネルギーを有効に利用するために、ケース31の内面には、白色塗装などを行い、高反射率面にしておくことが好ましい。

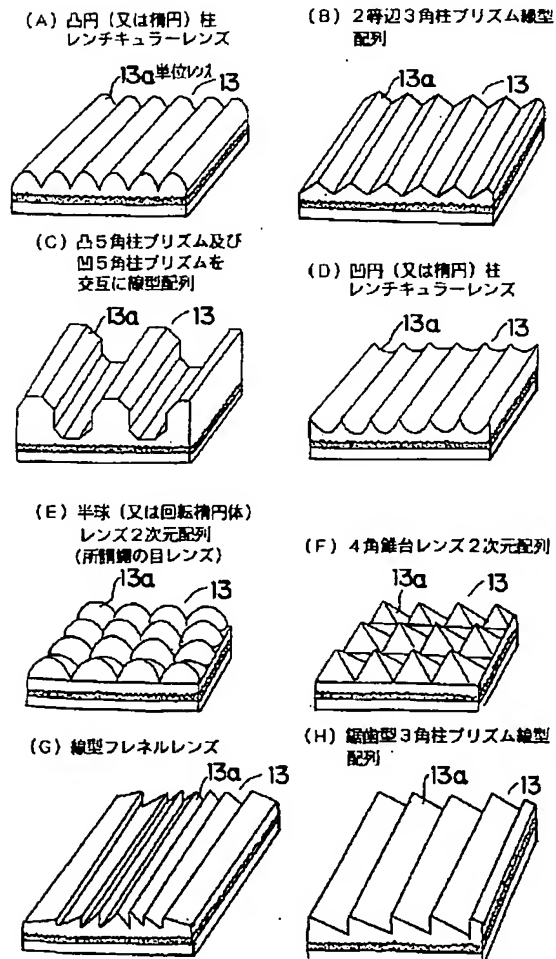
【0066】(エッジライト型面光源)図12は、本発明による面光源の第2の実施例(エッジライト型)を示す斜視図である。面光源52は、エッジライト型のバックライト40の導光板41の上面に、図4のレンズシート10Bが配置されている。このバックライト40は、導光板41の下面に、反射層42が形成されており、導光板41の側端面の両側には、それぞれ光源43、反射層44、照明カバー45が設けられている。エッジライト



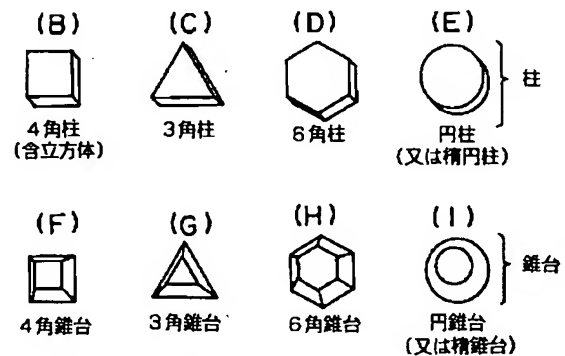
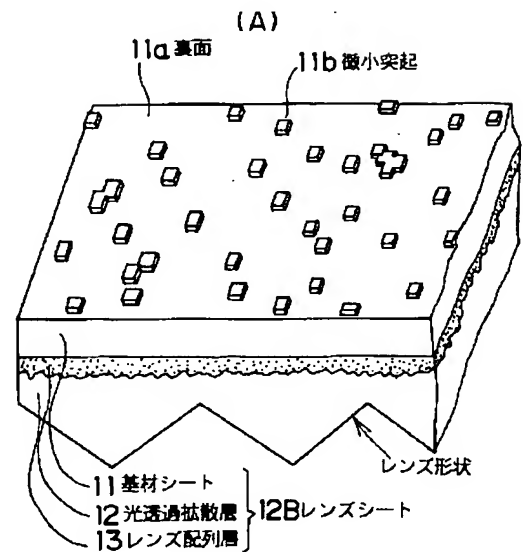
【図2】



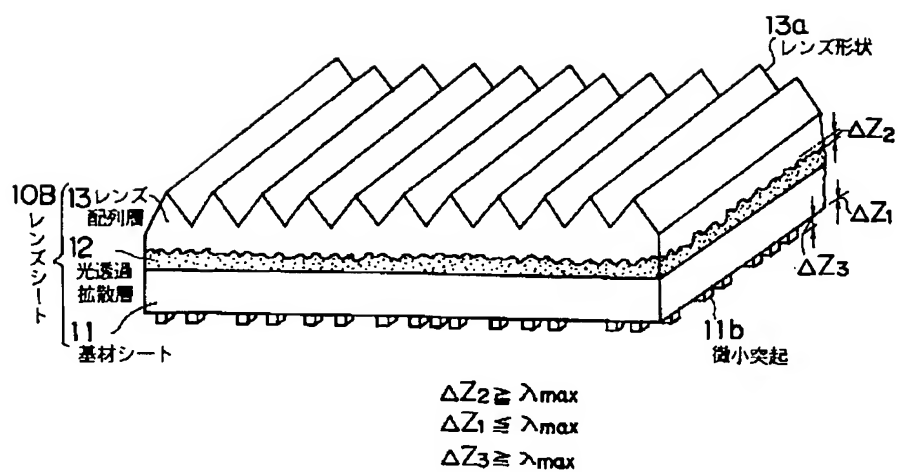
【図3】



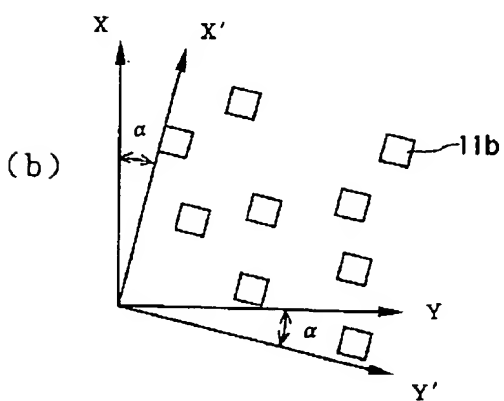
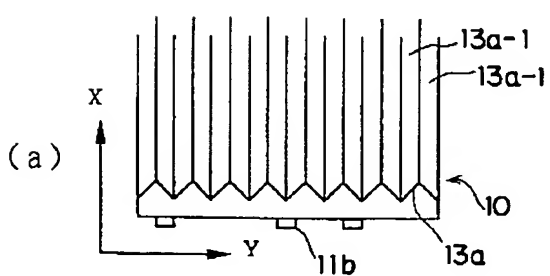
【図5】



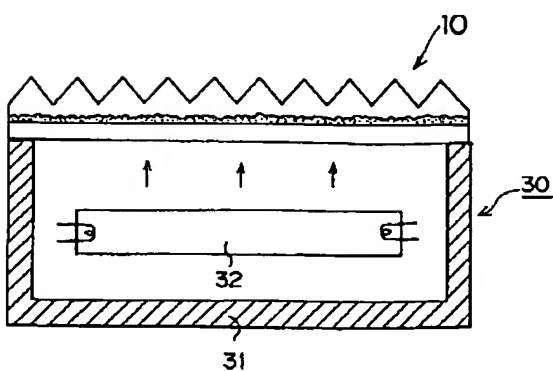
【図 4】



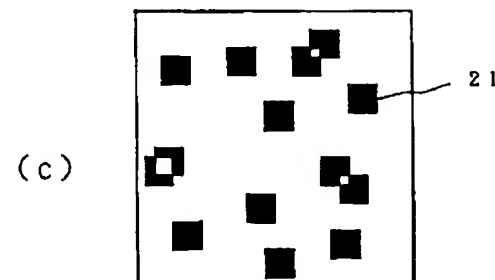
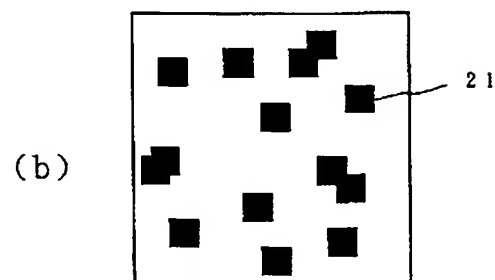
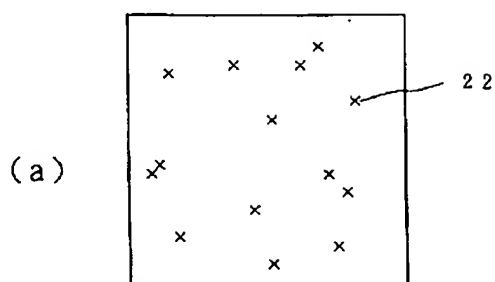
【図 6】



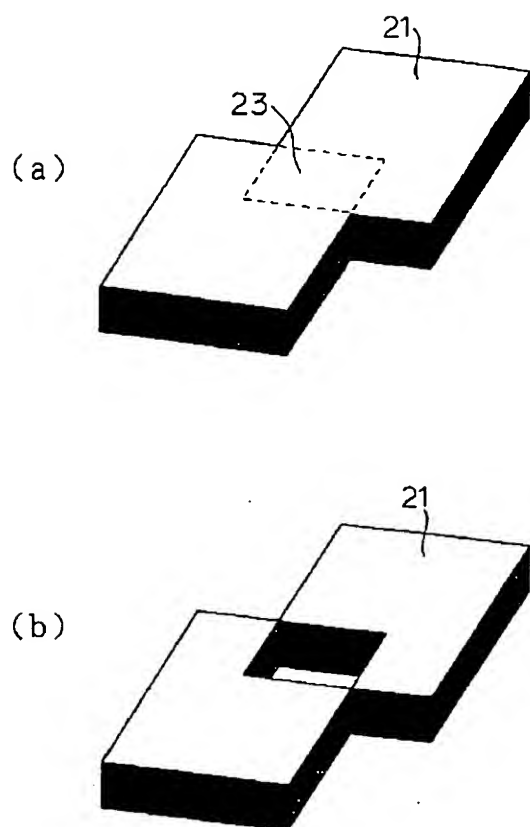
【図 11】



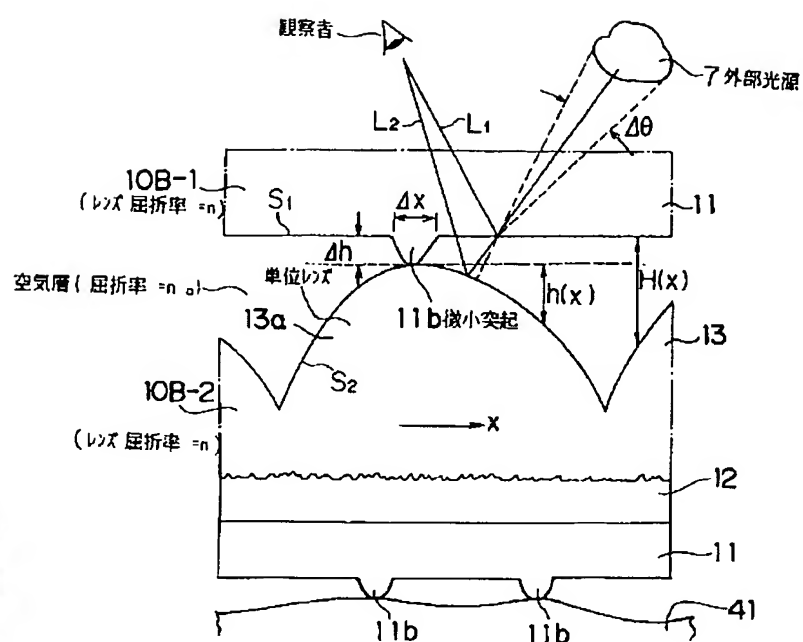
【図 7】



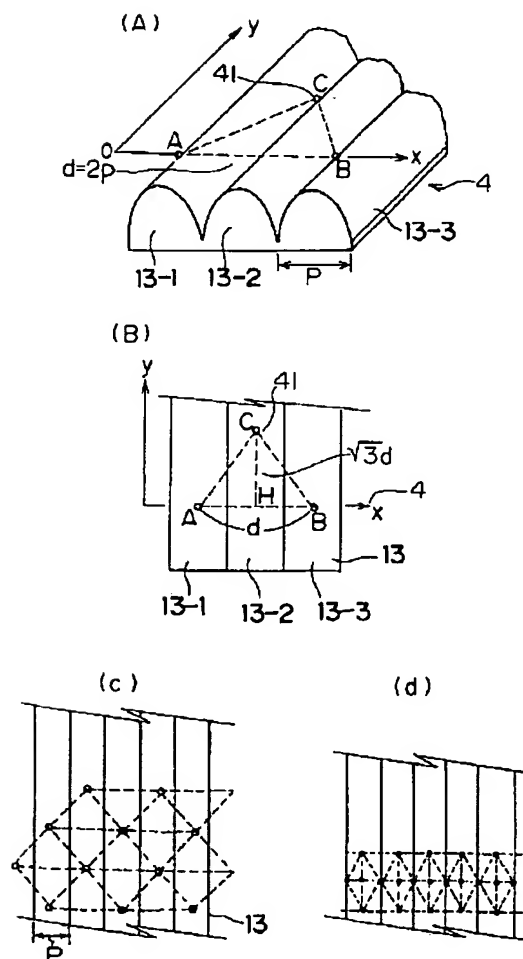
【図 8】



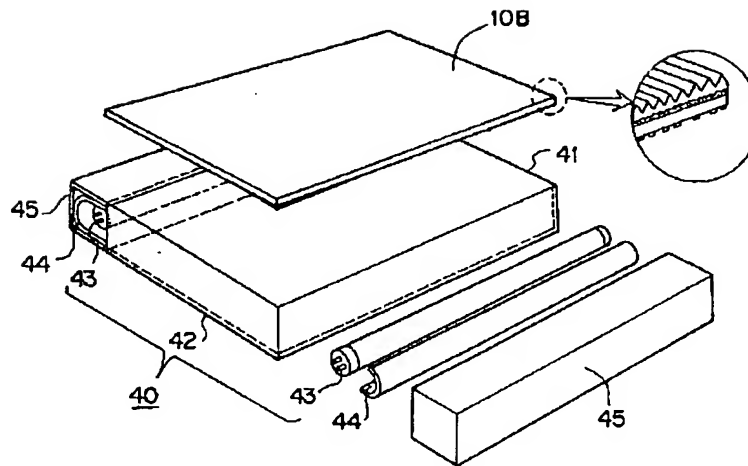
【図 9】



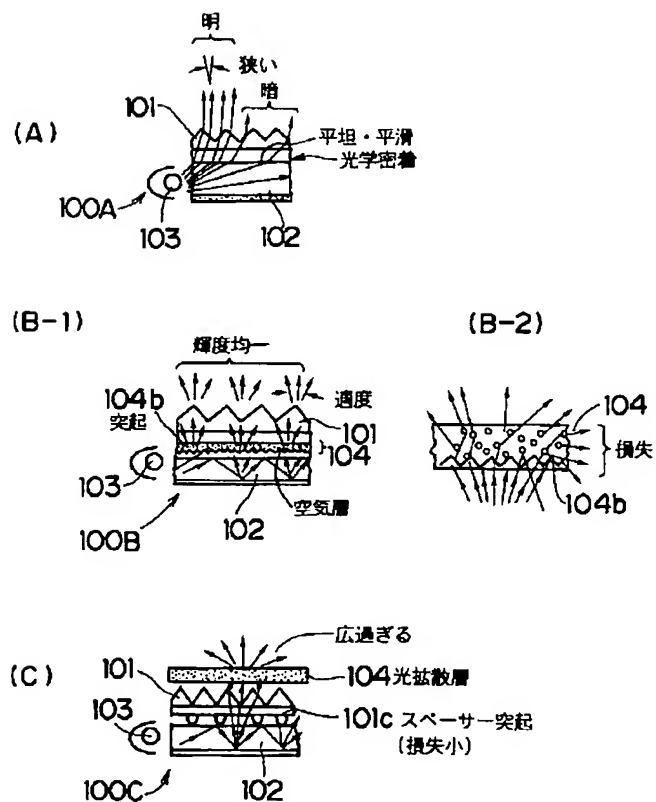
【図 10】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 増淵 暢  
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号  
大日本印刷株式会社内